















58. 1/2  
dummy

ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH  
(ČESKÁ AKADEMIE CÍSAŘE FRANTIŠKA JOSEFA.)

---

# BULLETIN INTERNATIONAL.

RESUMÉS DES TRAVAUX PRÉSENTÉS.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES, NATURELLES ET DE LA MÉDECINE

XVI<sup>e</sup> ANNÉE.

(1911.)

PRAGUE.

PUBLIÉ PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH.

1911.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE BOHÈME A ÉTÉ FONDÉE EN 1890.  
PAR S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:  
S. A. I. R. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'ESTE.

VICE-PROTECTEUR:  
S. A. LE PRINCE FERDINAND DE LOBKOWICZ.

PRÉSIDENT:  
S. E. ANTOINE CHEVALIER RANDA.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL:  
M. CHARLES VRBA.

PRÉSIDENT DE LA CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES:  
M. CHARLES VRBA.

C423

ACADÉMIE DES SCIENCES  
DE L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH

(ČESKÁ AKADEMIE CÍSAŘE FRANTIŠKA, JOSEFA.)

---

BULLETIN INTERNATIONAL.

RÉSUMÉS DES TRAVAUX PRÉSENTÉS.

US BUREAU  
STANDARDS  
LIBRARY  
CANCELLED

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES, NATURELLES ET DE LA MÉDECINE

XVI<sup>e</sup> ANNÉE.

(1911.)



PRAGUE.

PUBLIÉ PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH.

1911.

BUREAU OF STANDARDS

JUL 11 1932

Accession 10167

CANCELLED

3908.20  
70  
BUREAU OF STANDARDS  
LIBRARY

By Transfer

Bureau of Standards

JAN 25 1932

LOUIS WIESNER, PRAGUE.

2167

## Table des auteurs.

	Pag.
Dr. V. Rosický: Über die Beziehung der Dichte zu den Lichtbrechungs- exponenten .....	1
B. Ježek: Whewellit von Bruch bei Dux. (Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.)	9
Karl Holub: Über eine neue Fauna des Untersilurs in der Umgebung von Rokycan .....	20
Dr. K. Šulc: Beiträge zur Kenntnis der Psylloden II. (Mit 11 Tafeln.)	24
F. Slavík: Morphologie des Samsögnits. (Mit 2 Textabb.) .....	57
Dr. B. Němec: Zur Kenntnis der niederen Pilze. I. Eine neue Chy- tridiacee. (Mit 2 Tafeln und 6 Textfiguren.) .....	67
Dr. B. Němec: Weitere Untersuchungen über die Regeneration. III. (Mit 22 Textfiguren.) .....	85
Dr. B. Němec: Zur Kenntnis der niederen Pilze. II. Die Haustorien von Uromyces Betae Pers. (Mit einer Tafel.) .....	118
Vinzenz Jarolímek: Zur Durchdringung zweier dreiachsigen Ellipsoide. (Mit 4 Tafeln.) .....	128
Dr. B. Němec: Zur Kenntnis der niederen Pilze. III. Olpidium Sali- corniae n. sp. (Mit 26 Textfiguren und einer Tafel.) .....	136
Prof. Dr. Karl Domin: Ein Beitrag zur Morphologie des Dikotylen- blattes. (Mit 5 Tafeln.) .....	145
Prof. Dr. K. Weigner: Über die Assimilation des Atlas und über die Variationen am Os occipitale beim Menschen. (Mit 30 Figuren.)	171
Rudolf Sokol: Der böhmische Pfahl von Furth im Walde bis Rons- perg. (Mit 9 Abbildungen.) .....	192
Prof. Jos. Klobouček: Sur les congruences des paraboles qui admettent un système $\infty^1$ des surfaces normales. ....	207
Dr. Otakar Lešer: Über die Entwicklung der Form des menschlichen Auges. (Mit 20 Abbildungen.) .....	214
Dr. B. Němec: Weitere Untersuchungen über die Regeneration. IV. (Mit 6 Textfiguren.) .....	238





# Über die Beziehung der Dichte zu den Lichtbrechungsexponenten.

Von

Dr. V. Rosický in Prag.

Vorgelegt am 13. Jänner 1911

Dieses Thema bearbeitete in der letzten Zeit K. Heydrich in seiner Abhandlung, die in der Zeitschrift f. Kryst.\*) erschienen ist. Sowie seine Vorgänger, die diese Beziehungen bei den kristallisierten Körpern verfolgten, H. L. Barvíř\*\*), E. S. Larsen und E. Taubert\*\*\*), benutzte auch Heydrich die Beersche Formel des s. g. spezifischen Brechungsvermögens  $\frac{n-1}{d}$ , welcher von Barvíř die Form  $\frac{n-1}{d} = x$  gegeben wurde ( $n$  = mittlerer Lichtbrechungsexponent,  $d$  = Dichte.).

Taubert und Heydrich discutierten mit Hilfe der Beerschen Formel polymorphe Körper. Jener bezieht Landolt's Theorem, das für organische Flüssigkeiten gültig ist, auch auf kristallisierte Körper. Der erwähnte Satz sagt, daß die polymeren Substanzen größere Differenzen im spezifischen Brechungsvermögen aufweisen als die metameren.

Taubert meint auf Grund der berechneten Werte  $\frac{n-1}{d}$ , daß der Kalkspat und Aragonit polymer, Andalusit und Disthen metamer, und Sillimanit zu denselben polymer ist.

Heydrich verfolgt dasselbe Problem bei den organischen polymorphen Körpern, die gegeneinander in der Beziehung der Polymerie, resp. Metamerie stehen, und bestätigt die Gültigkeit des Landolt'schen Theorems auch für kristallisierte Substanzen.

Barvíř studierte demgegenüber die Werte des spezifischen Brechungsvermögens bei verwandten Mineralgruppen. Er fand, daß für verwandte Körper die Zahlen einander recht ähnlich sind, so daß für einzelne

---

\*) Z. f. Kr. 48 1910 pag. 243.

\*\*) Sitzungsber. d. königl. böhm. Gesell. d. Wissensch. Prag 1904 Nro. 3.

\*\*\*) Beitrag zur Kenntnis polymorpher Körper. Inaug.-Dissert. 1905.

Mineralgruppen das spezifische Brechungsvermögen als Konstante zu betrachten wäre:  $\frac{n-x}{d} = \text{Konst.}$

Larsen\*) vergleicht die auf Grund der Formel  $\frac{n-1}{d} = K$  resp  $\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{1}{d} = K$  (Lorentz-Lorenzsche Formel) berechneten Werte. Seine Discussion führt er für einige Silicate und ihre Gläser durch.

Alle diese Autoren verstehen unter  $n$  den mittleren Brechungsexponent, und zwar ist es bei Barviř und Larsen das arithmetische,  $\frac{\alpha + \beta + \gamma}{3}$  bei Taubert und Heydrich das geometrische Mittel  $\sqrt[3]{\alpha\beta\gamma}$ .

Meiner Ansicht nach sind die bisher gewonnenen Resultate nicht imstande das in Frage stehende Problem der Beziehungen zwischen der Dichte und der Lichtbrechung endgiltig zu lösen; alle diesbetreffenden Arbeiten suchen erst den Weg, an dem man ebstens zum Ziele gelangen möchte. Denselben Zweck verfolgt auch diese kurze Mitteilung.

Bei unseren Betrachtungen wollen wir von der Dichte  $d$  und von dem Lichtbrechungsexponenten der untersuchten Substanzen ausgehen, und zwar:  $n$  = die Lichtbrechung der isotropen,  $\omega$ ,  $\varepsilon$  resp.  $\alpha\beta\gamma$  der doppelbrechenden, einachsigen resp. zweiachsigen Substanzen. Die reciproken Werte sind die sogenannten optischen Elastizitäten, im allgemeinsten Falle  $a\ b\ c$ . Von den angeführten optischen Konstanten wollen wir ausdrücken:

1. Das Maß der optischen Elastizität.
2. Das Maß des Brechungsvermögens.

Ad 1. Als das Maß der optischen Elastizität nehmen wir den kubischen Inhalt des Ellipsoides Fresnels, dessen drei Achsen (bei doppelbrechenden, zweiachsigen Körpern)  $a\ b\ c$  sind.

$$\text{Sein Inhalt} = \frac{4}{3} \pi a b c = \frac{4\pi}{3\alpha\beta\gamma}.$$

Bei den einachsigen Körpern ist es ein Rotationsellipsoid mit den Achsen  $a$ ,  $c$  und mit dem Inhalte  $\frac{4}{3} \pi a^2 c = \frac{4\pi}{3\omega^2\varepsilon}$ . Bei isotropen Körpern schließlich bekommt das Fresnel'sche Ellipsoid die Gestalt einer Kugel mit dem Radius  $\frac{1}{n}$  und dem Inhalte  $\frac{4\pi}{3n^3}$ . Diese angeführten Inhalte wollen wir kurz als  $F$  (Fresnel) bezeichnen; der Quotient  $\frac{F}{d}$  sei „spezifische Elastizität“ benannt.

Ad 2. Ganz analogisch werden wir als Maß des Brechungsvermögens den Indikatrixinhalt nehmen. Im allgemeinsten Falle hat Indikatrix die Form eines dreiachsigen Ellipsoides mit den Achsen  $\alpha\beta\gamma$  und mit dem Inhalte  $\frac{4}{3} \pi \alpha\beta\gamma$ . Bei einachsigen Körpern sind die Achsen des Rotationsellipsoides  $\omega\ \varepsilon$ , der Inhalt  $\frac{4}{3} \pi \omega^2\varepsilon$ , bei isotropen Körpern hat Indikatrix

\*) Amer. Journ. of Sc. 1909. 28 263—274.

die Gestalt einer Kugel mit  $r = n$  und mit dem Inhalte  $\frac{4}{3}\pi n^3$ . Den Indikatrixinhalt wollen wir als  $R$  (Refraktion), den Quotient  $\frac{R}{d}$  als „spezifisches Brechungsvermögen“ bezeichnen.

Im Folgenden sind einige isomorphe Gruppen zusammengestellt, namentlich diejenigen, deren Glieder in Betreff ihrer Dichte und ihrer Brechungsexponenten stark differieren. Die in der ersten Kolonne der Tabellen angeführten Glieder sind nach dem wachsenden Molekulargewichte geordnet. In der zweiten Kolonne sind die Molekulargewichte ( $MG$ ), in der dritten die Werte der Dichte ( $D$ ) der einzelnen Glieder angeführt, d. h. der verlässlichste Durchschnitt von bisherigen Literaturangaben. In der vierten Kolonne sind die Brechungsexponenten ( $n$ , resp.  $\omega \epsilon$ , resp.  $\alpha \beta \gamma$ ) in der fünften die Namen ihrer Autoren angeführt; die sechste Kolonne enthält die Werte  $R/d$ , die siebente  $F/d$ .

Die Daten sind beinahe ausschließlich Groth's monumentalem Werke „Chemische Krystallographie“ entnommen worden.

Tabelle I.

	M.-G.	$d$	$n$	Autor	$R/d$	$F/d$
$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ .	211.08	2.98	1.5667	Fock	5.4	0.36
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ .	261.42	3.25	1.5716	dto.	5.1	0.34
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .	330.92	4.53	1.7820	Topsøe-Christiansen	5.2	0.16

Bei der Gruppe der regulären Nitrats bemerken wir: Das spezifische Brechungsvermögen weist (trotz den stark differierenden Dichten und Exponenten) recht nahe Zahlen auf. Die Werte der spezifischen Elastizität vermindern sich mit wachsendem Molekulargewichte.

Tabelle II.

	M.-G.	$d$	$n$	Autor*)	$R/d$	$F/d$
Steinsalz . .	58.50	2.18	1.544	Langley	7.1	0.52
Kerargyrit .	143.34	5.55	2.061	Wernicke	6.6	0.09
Bromargyrit	187.80	5.9	2.253	dto.	8.1	0.06

Dieselben Regelmäßigkeiten, welche bei den regulären Nitraten vorgekommen sind, haben auch für  $F/d$  bei den Haloidsalzen ihre Gültigkeit.  $R/d$  legt ziemlich starke Variationen an den Tag. In diese Gruppe passen keineswegs die plagiëdrisch-kristallisierenden Salze: Salmiak und Sylvin.

\*) Die Daten sind der Abhandlung Barvič's entnommen worden.

Tabelle III.

	M.-G.	$d$	$n$	Autor	$R/d$	$F/d$
Apatit . . .	504.57	3.2	$\omega = 1.63353$ $\varepsilon = 1.63162$	Wolff	5.7	0.30
Pyromorphit	1356.08	7.7	$\omega = 2.061$ $\varepsilon = 2.049$	Bowman	5.2	0.07
Mimetesit .	1487.84	7.25	$\omega = 2.144$ $\varepsilon = 2.129$	dto.	5.7	0.06

Die Zahlen der spezifischen Elastizität und des spezifischen Brechungsvermögens weisen die auch früher beobachteten Regelmäßigkeiten auf: die spezif. Elastizität sinkt mit dem wachsenden Molekulargewichte, das spezif. Brechungsvermögen ist ziemlich konstant.

Der Vanadinit\*) paßt mit seinen Zahlen nicht in die Reihe dieser Gruppe. Seine Lichtbrechung ist bei kleinerem Molekulargewichte und  $d$  größer als bei Pyromorphit und Mimetesit,  $\frac{F}{d}$  bedeutend höher.

Tabelle IV.

	M.-G.	$d$	$n$	Autor	$R/d$	$F/d$
Magnesit . .	84.26	3.02	$\omega = 1.717$ $\varepsilon = 1.515$	Mallard	6.2	0.31
Calcit . . .	100.10	2.71	$\omega = 1.6584$ $\varepsilon = 1.4864$	Dufet	6.3	0.38
Siderit . . .	115.90	3.85	$\omega = 1.8728$ $\varepsilon = 1.6326$	Hutchinson	6.2	0.19
Aragonit . .	100.10	2.93	$\alpha = 1.5300$ $\beta = 1.6811$ $\gamma = 1.6855$	Durchschnitt d. Messungen von Mühlheims u. Offret	6.2	0.33
Strontianit .	147.62	3.70	$\alpha = 1.515$ $\beta = 1.664$ $\gamma = 1.666$	Buchrucker	4.8	0.27
Cerussit . .	266.90	6.57	$\alpha = 1.8037$ $\beta = 2.0763$ $\gamma = 2.0780$	Schrauf	5.0	0.08

Die rhomboëdrische Gruppe weist gewisse Abweichungen schon darin auf, daß bei ihren zwei ersten Gliedern, Magnesit und Calcit die

\*) Nach Bowman ist bei Vanadinit  $\omega = 2.354$ ,  $\varepsilon = 2.299$  (Linie C)  $d = 6.88$ , M. G. = 1224.14,  $R/d = 7.7$ ,  $F/d = 0.05$ .

Dichten sinken bei steigendem Molekulargewichte. Dasselbe umgekehrte Verhältnis bemerken wir auch bei  $F/d$ . Doch die Reihe wird sofort normal, wenn man für Magnesit und Siderit die Formel (und Molekulargewicht) verdoppelt; denn da erhalten wir:

	M.-G.	$d$	$F/d$
Calcit . . . . .	100·10	2·71	0·38
Magnesit . . . . .	168·52	3·02	0·31
Siderit . . . . .	231·80	3·85	0·19

Die abweichende Beschaffenheit des Calcites im Vergleiche mit den übrigen Gliedern der rhomboëdrischen Reihe wurde schon von Tschermak sichergestellt. Retgers teilte diese Reihe in drei Gruppen ein und zwar: Die Calcitgruppe (in welche er außer Calcit noch kryptodimorphe-Verbindungen  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{PbCO}_3$  zählt); die Sideritgruppe (Siderit, Magnesit, Rhodochrosit); und die Doppelsalzgruppe (Dolomit, Ankerit). Diese letzte Gruppe wurde bei den Erwägungen nicht in Betracht genommen, da die Eigenschaften der Doppelsalze mit denselben der Komponenten schwer zu vergleichen sind.

Die von Retgers vorgeschlagene Abtrennung des Calcites von den übrigen Gliedern der Reihe berechtigt auch die oben ausgesprochene Hypothese über die Molekulgröße und das Molekulargewicht der rhomboëdrischen Carbonate.

Übereinstimmend mit dem steigenden Molekulargewichte steigt auch die Dichte und sinkt  $F/d$ . Trotz der unvollkommenen Isomorphie ist bei allen drei Gliedern der Reihe  $R/d$  ziemlich konstant. Unter den rhombischen Carbonaten ist der Aragonit bedeutend auffallend, da er in Betreff seines spezifischen Brechungsvermögens sich direkt der rhomboëdrischen Reihe anschließt. Strontianit und Cerussit, welche einander sehr ähnliche  $R/d$  aufweisen, sind in Betreff derselben von Aragonit stark verschieden.

Spezifische Elastizität  $F/d$  sinkt mit dem steigenden Molekulargewichte.

Tabelle V.

	M.-G.	$d$	$n$	Autor	$R/d$	$F/d$
Anhydrit .	136·16	2·96	$\alpha = 1·5693$ $\beta = 1·5752$ $\gamma = 1·6130$	Mühlheims	5·6	0·35
Coelestin .	183·68	3·97	$\alpha = 1·6220$ $\beta = 1·6237$ $\gamma = 1·6309$	Arzruni	4·5	0·24

	M.-G.	$d$	$n$	Autor	$R/d$	$F/d$
Baryt . . .	233.46	4.49	$\alpha) = 1.6369$ $\beta) = 1.6381$ $\gamma) = 1.6491$	Offret	4.1	0.21
Anglesit . .	302.96	6.39	$\alpha) = 1.8771$ $\beta) = 1.8823$ $\gamma) = 1.8937$	Arzruni	4.4	0.10

Den morphologischen Verschiedenheiten des Anhydrits gegenüber der Barytgruppe entsprechend, ist auch sein spezifisches Brechungsvermögen stark verschieden. Derselbe Wert ist bei Coelestin, Baryt und Anglesit ziemlich konstant. Die spezifischen Elastizitäten sind abermals in der bekannten Beziehung zu dem Molekulargewichte.

Tabelle VI.

	M.-G.	$d$	$n$	Autor	$R/d$	$F/d$
$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	131.20	1.772	$\alpha) = 1.5209$ $\beta) = 1.5230$ $\gamma) = 1.5330$	Tutton	8.4	0.67
$\text{K}_2 \text{SO}_4$ . .	173.04	2.666	$\alpha) = 1.4935$ $\beta) = 1.4947$ $\gamma) = 1.4973$	„	5.2	0.47
$\text{K}_2 \text{SeO}_4$ . .	219.82	3.067	$\alpha) = 1.5352$ $\beta) = 1.5390$ $\gamma) = 1.5446$	„	5.0	0.37
$\text{Rb}_2 \text{SO}_4$ . .	265.14	3.615	$\alpha) = 1.5131$ $\beta) = 1.5133$ $\gamma) = 1.5144$	„	4.0	0.33
$\text{Rb}_2 \text{SeO}_4$ . .	311.92	3.902	$\alpha) = 1.5515$ $\beta) = 1.5537$ $\gamma) = 1.5582$	„	4.0	0.29
$\text{Cs}_2 \text{SO}_4$ . . .	359.14	4.246	$\alpha) = 1.5598$ $\beta) = 1.5644$ $\gamma) = 1.5662$	„	3.8	0.26
$\text{Cs}_2 \text{SeO}_4$ . .	405.92	4.456	$\alpha) = 1.5989$ $\beta) = 1.5999$ $\gamma) = 1.6003$	„	3.8	0.23
$\text{Tl}_2 \text{SO}_4$ . . .	500.50	6.765	$\alpha) = 1.8600$ $\beta) = 1.8671$ $\gamma) = 1.8853$	„	4.1	0.09
$\text{Tl}_2 \text{SeO}_4$ . .	517.30	6.875	$\alpha) = 1.9493$ $\beta) = 1.9592$ $\gamma) = 1.9640$	„	4.7	0.08

In dieser isomorphen Reihe bietet das spezifische Brechungsvermögen recht verschiedene Werte; namentlich ist es das Ammoniumsalz, welches stark von den übrigen in dieser Hinsicht differt. (Nach T u t t o n\*) sind in dieser Reihe nur die Kaliumsalze, Rubidiumsalze und Caesiumsalze gegeneinander im Verhältnisse der Eutropie; Ammonium- und Thalliumsalze sind mit jenen nur isomorph.) Es ist merkwürdig, daß die Morphotropie des Säureelementes — namentlich bei den eutropischen Salzen — sehr gering ist in Betreff der Werte  $R/d$  und  $F/d$  gegenüber der Morphotropie des Metallelementes.

Die Werte der spezifischen Elastizität stimmen mit den bisherigen Erfahrungen gut überein.

Es kann demnach allen bisher sichergestellten Betrachtungen als ein gemeinsames Resultat entnommen werden:

*Die spezifischen Elastizitäten isomorpher und symmorpher Gruppen sind Funktionen der Molekulargewichte, indem sie mit der Zunahme derselben sinken und umgekehrt.*

Auch die Werte für spezifisches Brechungsvermögen weisen merkwürdige Resultate auf. In manchen Gruppen sind es sehr nahe, bis beinahe identische Zahlen.

Es ist höchst interessant das spezifische Brechungsvermögen der polymorphen Körper zu beobachten. Als Beispiel wurden die von T a u b e r t studierten Gruppen gewählt; die optischen Daten beziehen sich auf die Spektrallinie C.

Tabelle VII.

	$d$	$n$	$R/d$	$F$
Calcit . . . . .	2.713	$\omega = 1.6545$ $\varepsilon = 1.4845$	6.27	1.03
Aragonit . . . . .	2.95	$\alpha) = 1.5282$ $\beta) = 1.6778$ $\gamma) = 1.6820$	6.12	0.97
Anatas . . . . .	3.84	$\omega = 2.5237$ $\varepsilon = 2.4566$	17.06	0.27
Brockit . . . . .	4.065	$\alpha) = 2.5489$ $\beta) = 2.5507$ $\gamma) = 2.6637$	17.84	0.24
Rutil . . . . .	4.239	$\omega = 2.5752$ $\varepsilon = 2.8514$	18.69	0.22
Andalusit . . . . .	3.18	$\alpha) = 1.6300$ $\beta) = 1.6361$ $\gamma) = 1.6410$	5.76	0.96

\*) A. E. Tutton, Crystalline Structure and chemical Constitution 1910, pag. 193, 194.

	$d$	$n$	$R/d$	$F$
Sillimanit . . . . .	3.235	$\alpha) = 1.6533$ $\beta) = 1.6554$ $\gamma) = 1.6752$	5.94	0.91
Disthen . . . . .	3.603	$\alpha) = 1.7101$ $\beta) = 1.7189$ $\gamma) = 1.7256$	5.90	0.83

Die vorliegende Zusammenstellung beweist, daß die spezifischen Brechungsvermögen der polymorphen Körper bedeutend verwandte Größen sind. In der letzten Kolonne dieser Tabelle sind die Inhalte der Fresnelschen Ellipsoide als Werte der Elastizitäten angeführt. Obzwar es sich um Mineralien verschiedener Gruppen handelt, sind diese Werte in bestimmter Beziehung zu der Dichte derselben, indem sie mit dem Wachsen der Dichten sinken.

Inwieweit die Gesetzmäßigkeiten, die in der vorliegenden Arbeit behandelt wurden, begründet sind, und welchen Wert sie für das Problem der gegenseitigen Beziehungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften haben mögen, kann vorläufig nicht bestimmt konstatiert werden. Jedenfalls aber verdienen die Begriffe der spezifischen Elastizität und des spezifischen Brechungsvermögens, sowie ihre gegenseitigen Beziehungen meiner Ansicht nach volle Aufmerksamkeit.

Prag. Mineralog. Institut der böhm. Universität.



# Whewellit von Bruch bei Dux

Von

**B. JEŽEK** in Prag.

(Mit einer Tafel und 1 Textfigur.)

Vorgelegt am 16. Dezember 1910.

Herr Hofrat Prof. Dr. K. V r b a hat im November 1910 für die Sammlungen des Museums des Königreiches Böhmen einige Whewellitstufen von einem neuen böhmischen Fundorte, Bruch bei Dux erworben und betraute mich mit der Untersuchung derselben. Hiefür sowie für die Förderung meiner Arbeit erlaube ich mir Herrn Hofrat Dr. K. V r b a bestens zu danken.

Über das Auftreten des Brucher Whewellits gibt Herr Schichtmeister J o s e f R e m p f e r in Bruch folgende Auskunft:

„Den Whewellit fand ich bei der Ausmauerung der Hauptwetterstrecke des Gutmann-Schachtes, welche im Hangenden aufgefahren ist, bei einer Tiefe von 317·4 m vom Tagkranz. Der Sphärosiderit, in welchem der Whewellit war, zeigte an der Oberfläche keinen Kristallansatz und erst nach Zerschlagen des Stückes fand ich Kristalle in den das ganze Stück schwach durchsetzenden Rissen. Das Stück war leider nur von Kopfgröße.“

Die Unterlage dieses Whewellits bildet ein auf Bruchflächen gelblichbrauner, an der Oberfläche rotbrauner, fester, toniger, dichter Sphärosiderit, welcher der Unterlage der Whewellits von Kopitz sehr ähnlich sieht. Auch an diesen Stücken (wie an denen von Kopitz) sieht man, daß sie Bruchstücke einer größeren Septarie sind, deren Risse und Klüfte mit Whewellitkristallen reich bedeckt waren. Die Kristalle sind höchstens ca 8 mm groß, seltener vollkommen wasserklar, öfter ein wenig milchweiß und etwas trübe, sitzen entweder einzeln auf oder bilden kleine unregelmäßig zerstreute Gruppen spärlicher Kristalle oder auch ausgedehnte zusammenhängende Überzüge. Sehr oft sind die Kristalle und der Sphärosiderit mit einem weißlichen, sehr feinem mehlartigen Überzuge bedeckt. Dieser Überzug läßt sich sehr oft durch Waschen soweit entfernen, daß dann die früher gänzlich matten Flächen noch ein ziemlich gutes Signal reflektieren.

Nach Ablösen der Kristalle bleibt an der Unterlage eine recht deutliche Spur und nach der großen Zahl dieser an den Stücken vorhandenen Spuren kann man annehmen, daß die Stufen vor dem Zerschlagen des Hauptstückes noch viel reicher mit Whewellitkristallen besetzt waren. Das Vorkommen von Bruch kommt auch jenem von Kopitz insofern nahe, daß an beiden Orten keine Begleitminerale vorkommen.

\* \* \*

Im „Zweiten Beitrag zur Morphologie des Whewellits“<sup>1)</sup> habe ich in einer Übersicht 52 Formen anführen können. In den letzten zwei Jahren ist die Formenreihe dieses interessanten Minerals wiederum stark vermehrt worden. H. Ungemach<sup>2)</sup> hat Whewellitkristalle von einem neuen Fundorte, von einem Erzgange bei Urbeis im Weilertal beschrieben und F. Slavík<sup>3)</sup> einen zweiten Bericht über das Vorkommen bei Schlan veröffentlicht. Mit dem Whewellit von Urbeis hat sich auch V. Dürrfeld<sup>4)</sup> befaßt. Ungemach hat noch später an den Kristallen von Urbeis neue Formen gefunden und mir in einem Briefe<sup>5)</sup> das Signieren und Anführen derselben hier anvertraut. Er hat später auch Zwillinge nach  $e$  ( $\bar{1}01$ ) gefunden, die nach einer zu  $e$  ( $\bar{1}01$ ) normalen Ebene verwachsen sind. Inzwischen ist der dritte Teil von Lacroix's „Minéralogie de la France“ erschienen, in welchem alle Formen des urbeiser Whewellits und außerdem noch weitere neue Formen nach brieflichen Mitteilungen des Herrn Ungemach angeführt sind.<sup>6)</sup>

Alle diese neuen Formen sind in folgender Übersicht zusammengestellt, die mir durch briefliche Mitteilung bekannt gewordenen durch ein Kreuzchen, die bei Lacroix neu angeführten durch eine Anmerkung bei den Namen des Autors bezeichnet:

Signatur und Symbol			Fundort	Autor
$A$	(540)	$\infty P^{5/4}$	Urbeis	Ungemach
$r_1$	(410)	$\infty P^4$	„	Ungem. (Lacroix)
$n_1$	(790)	$\infty P^{9/7}$	Schlan	Slavík
$D$	(340)	$\infty P^{4/3}$	Urbeis	Ungemach

<sup>1)</sup> Bull. intern. de l'Acad. Bohême, 18, 1909.

<sup>2)</sup> M. H. Ungemach, Note sur des cristaux de whewellite rencontrés dans un filon métallifère alsacien. Bull. de la Soc. franç. de minér. 1909.

<sup>3)</sup> Bull. intern. de l'Acad. Bohême, 18, 1909.

<sup>4)</sup> V. Dürrfeld. Whewellit von der Grube St. Sylvester bei Urbeis im Weilertal. Centralblatt für Min., etc., 1909, No. 18., p. 553. Mineralien von Urbeis und Markkirch. Mitt. Geol. Landesanstalt Elsaß-Lothringen. 1909, 7, p. 115—119.

<sup>5)</sup> Vom 19. April 1909.

<sup>6)</sup> Lacroix, Minéralogie de la France, III., p. 794.

Signatur und Symbol			Fundort	Autor
$E$	(470)	$\infty P^{7/1}$	Urbeis	Ungemach
$l_1$	(270)	$\infty P^{7/2}$	"	Ungem. (Lacroix)
$v_1$	(170)	$\infty P^7$	"	" "
$\dagger F$	(190)	$\infty P^9$	"	Ungemach
$\mu_1$	(507)	$-\frac{5}{7} P^\infty$	Schlan	Slavik
$G$	(111)	$P$	Urbeis	Ungemach
$U$	(312)	$\frac{3}{2} P^3$	"	Ungem. (Lacroix)
$W$	(878)	$-P^{8/7}$	"	" "
$\dagger M$	(545)	$-P^{5/4}$	"	Ungemach
$X$	(9. 10. 9)	$-\frac{10}{9} P^{10/9}$	"	Ungem. (Lacroix)
$\dagger H$	(575)	$-\frac{7}{5} P^{7/5}$	"	Ungemach
$I$	(342)	$-2 P^{4/3}$	"	"
$\dagger K$	(346)	$-\frac{2}{3} P^{4/3}$	"	"
$L$	(458)	$-\frac{3}{4} P^{3/4}$	"	"
$Y$	(459)	$-\frac{5}{9} P^{5/9}$	"	Ungem. (Lacroix)
$Z$	(7. 9. 14)	$-\frac{9}{11} P^{9/7}$	"	" "

Bei der Messung des Whewellit von Bruch, welche mit einem *Goldschmidt'schen* zweikreisigen Goniometer neuester Konstruktion von P. Stoë ausgeführt worden ist, ist folgende Orientierung der Kristalle verwendet worden:

$b$  (010) polargestellt,  
erster Meridian  $[b$  (010) :  $x$  (011) :  $c$  (001)].

Das Klinopinakoid  $b$  (010) war an allen Kristallen vorhanden, seine Flächen waren fast immer nur klein reflektierten aber immer gut. In der Zone des ersten Meridians waren die besten Flächen entwickelt und die Einstellung erfolgte auf die Signale der vorzüglichen  $x$  (011) und  $w$  (016) Flächen.

Auch die Flächen der Prismenzone waren vorzüglich, sodaß ich auch die Äquatorialstellung dieser Zone hätte gut verwenden können. Für die angeführte Orientierung habe ich mich hauptsächlich deswegen entschieden, weil sie auch von Becke für den nahen Kopitzer Whewellit angenommen und derart ein direkter Vergleich ermöglicht wurde.

Die theoretischen Werte sind aus den von Becke angegebenen Elementen, die in der Übersicht der Messungen angeführt sind, berechnet.

Die Messungen von 12 Kristallen haben folgende Formen ergeben, unter welchen die für Whewellit neuen durch ein Sternchen \* bezeichnet sind:

$b$  (010),  $c$  (001),  $r$  (210),  $m$  (110),  $n$  (230),  $u$  (120),  $l$  (130),  $e$  ( $\bar{1}01$ ),  
 $*N$  (203),  $x$  (011),  $*O$  (013),  $w$  (016),  $f$  (112),  $a$  (316),  $q$  (319),  $p$  (216),  
 $*R$  (12 : 9 : 40),  $*I$  (358),  $*Q$  (3 : 7 : 17),  $*S$  (10 : 5 : 16),  $*T$  (423).

Von den gemessenen beschreibe ich 6 interessante Kristalle genauer:  
**1. Kristall** (Fig. 1). An diesem circa 3 mm großen, nach  $e$  ( $\bar{1}01$ ) tafeligen  
 Bruchstücke eines einfachen Kristalles sind folgende Formen vorhanden:

$$b, c, r, m, n, u, e, x, *O, w, f, *V.$$

Das sehr gute Bruchstück hat wie andere einfache Kristalle sowie  
 Zwillinge vorzügliche Flächen in der klinodiagonalen und vertikalen Zone,  
 auch die großen  $e$  ( $\bar{1}01$ ) und die kleineren  $f$  (112) Flächen sind sehr voll-  
 kommen. Die zwei neuen Formen sind durch folgende Messungen sicher-  
 gestellt worden:

$O$  (013)  $\frac{1}{3}P_{\infty}$  durch eine schmale aber ein gutes Signal reflek-  
 tierende Fläche vertreten:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$O$ (013)	$0^{\circ}$	$66^{\circ}35'$	$0^{\circ}$	$66^{\circ}27'$

Diese neue Form fand ich noch an weiteren 3 Kristallen zusammen  
 mit 4 Flächen.

Die neue Pyramide  $V$  ( $\bar{3}58$ )  $\frac{5}{3}P^{\frac{5}{3}}$  ist nur an diesem Bruchstücke  
 als eine ziemlich schmale aber recht gute Fläche vorhanden.

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$V$ ( $\bar{3}58$ )	$34^{\circ}26'$	$50^{\circ}52'$	$34^{\circ}32'$	$50^{\circ}49'$

Diese Form ist auch durch die genaue Lage in der Zone  $[\bar{1}01 : 0\bar{1}1 : \bar{1}10]$   
 gegeben und auch durch folgende Messung in dieser Zone gesichert:

	Gemessen:	Berechnet:
$358 : 0\bar{1}1 =$	$26^{\circ}57'$	$27^{\circ}9\frac{1}{2}'$

**2. Kristall.** (Fig. 2.) Ein einfacher ca 4 mm großer nach  $e$  (101) dünn-  
 tafeliger Kristall, welcher mit dem einen Ende der Vertikalachse ange-  
 wachsen war, ist eine Kombination von:

$$b, c, m, u, l, e, x, w, f, *N.$$

Das neue Orthodoma  $N$  (203) —  $\frac{2}{3}P_{\infty}$  war durch eine in der  
 Richtung der Zone  $[101 : 00\bar{1}]$  gerundete, recht große Fläche vertreten,  
 welche ein ziemlich zersplittertes Signal mit Lichtzügen in der Richtung  
 der erwähnten Zone aber auch in der Zone  $[203 : 010]$  gab. Die Mitte des

verkleinerten Signals konnte hinreichend genau eingestellt werden und die Messung stimmt mit dem berechneten Werte gut überein:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$N (203)$	$37^{\circ}48'$	$89^{\circ}48'$	$37^{\circ}40'$	$90^{\circ}$

Diese Form wurde später noch an zwei Zwillingen, zusammen mit 5 Flächen, gefunden; sie war immer gerundet und die gemessenen Werte wichen recht stark von den berechneten ab.

3. *Kristall.* (Fig. 3.) Ein einfacher, ca 6 mm großer nach der Endfläche  $c$  (001) dünntafeliger Kristall, welcher mit einem Ende der Klinodiagonale angewachsen war, hat folgende Formen:

$$b, c, m, n, u, x, w, f, *R.$$

$R (1\bar{2} . 9 . 40) \frac{3}{10} P \frac{4}{3}$  ist eine der Beckeschen Pyramide  $p (\bar{2}16)$  nahe Form. Sie war an diesem Kristall durch zwei sehr gute, scharf begrenzte und große Flächen entwickelt und hat sehr gute Signale reflektiert. Da ich sehr nahe Positionswinkel noch an weiteren 5 Kristallen, zusammen bei 10 Flächen gemessen habe und auch die gemessenen Winkel  $(\bar{h} k l) : (001)$  mit den theoretischen sehr gut übereinstimmen, halte ich diese Form für gesichert. Ich führe hier neben den gemessenen und berechneten Werten für  $(1\bar{2} . 9 . 40)$  auch die theoretischen der nahen  $p (\bar{2}16)$  an:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$R (1\bar{2} . 9 . 40)$	$27^{\circ}45'$	$72^{\circ}50'$	$27^{\circ}50\frac{1}{2}'$	$73^{\circ}11'$
$p (\bar{2}16)$	—	—	$30^{\circ}52'$	$77^{\circ}31'$

Da die Endflächen dieses einfachen Kristalles zum Unterschiede von denen der meisten Zwillinge sehr gut waren und ein einfaches Signal reflektiert haben, dessen gemessene  $\varphi$  und  $\varrho$  mit den theoretisch geforderten vollkommen übereinstimmen, wurde auch dieser Winkel gemessen:

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
$R (1\bar{2} . 9 . 40) : c (001)$	$32^{\circ}7'$	$32^{\circ}10\frac{1}{2}'$	2

4. *Kristall.* (Fig. 4.) Ein Zwillings nach  $e (\bar{1}01)$ , ca 4 mm groß, nach der  $b$ -Achse langgestreckt von meißelförmigem Aussehen. Der einspringende Winkel wird durch die Endflächen gebildet; außerdem sind hauptsächlich noch  $c$  und die Pyramiden  $o, p, q$  durch ausgedehnte Flächen vertreten. Der Zwillings war mit dem einen Ende der  $b$ -Achse angewachsen und eine Kombination folgender Formen:

$$b, c, r, m, n, u, e, x, *O, w, f, o, p, q.$$

5. *Kristall.* (Fig. 5.) Sehr ähnlich dem soeben beschriebenen. Die zwei Individuen sind ungleich groß und an dem größeren sind die Pyramiden  $o$ ,  $p$ ,  $q$  entwickelt, welche dem kleineren fehlen. Das größere Individuum hat auch zwei neue Formen  $Q$  und  $T$  geliefert, von welchen die erste auch an dem kleineren vorhanden ist. Beide waren nur an diesem Zwillinge, beide klein aber reflektierten recht gut.

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$Q$ (3 . 7 . 17)	16° 5'	60°30'	16°14 $\frac{1}{2}$ '	60°37'
$T$ (423)	— 51° 19'	71°28'	— 51°19'	71°23'

6. *Kristall.* (Fig. 6.) Ein ca 4 mm großer, nach  $c$  ( $\bar{1}01$ ) tafelförmiger Zwilling, welcher noch stark nach der  $b$ -Achse verlängert und mit einem Ende derselben angewachsen war. Die einspringenden Winkel sind durch die  $c$  und  $x$ -Flächen gebildet. Dieser Zwilling ist eine Kombination:

$$b, c, r, m, u, l, e, x, w, f, *S, o, p, q.$$

Die neue Form  $S$  (10 . 5 . 16) ist nur an diesem Kristall als eine sehr kleine aber gute Fläche vorhanden. Obzwar sie ein sehr gutes und einfaches Signal reflektiert hat, war die Abweichung in dem  $\varrho$ -Winkel eine recht bedeutende:

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$S$ (10 . 5 . 16)	— 36° 7'	75° 0'	— 36° 18'	75° 40'

### Übersicht der Messungen:

$$\beta = 73^{\circ} 0', \quad a : b : c = 0.8628 : 1 : 1.3677.$$

$b$  (010) polargestellt, erster Meridian  $bxc$ .

	Gemessen:		Berechnet:	
	$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$b$ (010)	0° 0'	0° 0'	0° 0'	0° 0'
$c$ (001)	0° 0'	88° — 90° 10'	0° 0'	90° 0'
$r$ (210)	73° 0'	67° 33'	73° 0'	67° 35'
$m$ (110)	73° 0'	50° 28'	73° 0'	50° 28 $\frac{1}{2}$ '
$n$ (230)	73° 0'	38° 56'	73° 0'	38° 56'
$u$ (120)	73° 0'	31° 14'	73° 0'	31° 13'
$l$ (130)	73° 0'	22° 3'	73° 0'	22° 0'
$e$ ( $\bar{1}01$ )	70° 28'	90° 0'	70° 30 $\frac{1}{2}$ '	90° 0'
$N$ (203)	— 37° 30'	88° 0' — 91° 0'	— 37° 40'	90° 0'
$x$ (011)	0° 0'	37° 24'	0° 0'	37° 24'
$O$ (013)	0° 0'	66° 30'	0° 0'	66° 27'

		Gemessen:		Berechnet:
<i>w</i>	(016)	0° 0'	77° 42'	0° 0' 77° 42'
<i>f</i>	(112)	— 31° 37'	65° 38'	— 31° 36' 65° 40'
<i>o</i>	(316)	47° 30' — 49° 0' 79° 0' — 80° 30'	44° 37'	78° 35'
<i>q</i>	(319)	29° 40' — 31° 40' 80° 15' — 83° 40'	30° 52'	81° 36 1/2'
<i>p</i>	(216)	30° 0' — 32° 40' 74° 0' — 75° 0'	30° 52'	77° 31'
<i>R</i>	(12 . 9 . 40)	27° 35'	72° 54'	27° 50 1/2' 73° 11'
<i>V</i>	(358)	34° 26'	50° 52'	34° 32' 50° 49'
<i>Q</i>	( 3 . 7 . 17)	16° 5'	60° 30'	16° 14 1/2' 60° 37'
<i>S</i>	(10 . 5 . 16)	— 36° 7'	75° 0'	— 36° 18' 75° 40'
<i>T</i>	(423)	— 51° 19'	71° 28'	— 51° 19' 71° 23'

### Bemerkungen zu den einzelnen Formen.

An allen Kristallen sind zwei Zonen sehr regelmäßig und mit vorzüglichen Flächen entwickelt, die vertikale und die klinodiagonale Zone. Eine Ausnahme macht nur die oft krumme und unebene Basisfläche.

Das Klinopinakoid *b* (010) wurde an allen Kristallen angetroffen. Zum Unterschiede von den meisten Kristallen von Burgk und Zwickau ist hier das Klinopinakoid ähnlich wie bei dem Kopitzer Whewellit immer nur sehr klein, fast immer von rauhem Aussehen und oft wie korrodiert, dabei aber immer noch scharf und gut reflektierend.

*x* (011) hat immer vorzügliche fehlerfreie glatte Flächen gehabt, sodaß die reflektierten Signale als die besten bezeichnet werden müssen und die Messungen mit den theoretischen Werten bis auf die Minute übereinstimmen. Deswegen wurde auch der erste Meridian von der Lage dieser Form gerechnet und zur Kontrolle noch die ebenfalls vorzüglichen *w* (016) Flächen benützt.

*w* (016). Dieses bis jetzt nur an Kristallen von Kopitz gefundene Klinodoma fehlt an keinem Kristall von Bruch. Es ist hier zum Unterschiede vom Kopitzer Whewellit durch große und vorzüglich reflektierende Flächen vertreten.

*O* (013) ist viermal an vier Kristallen gefunden worden. Es ist immer viel schmaler als die *x*- und *w*-Flächen.

Die Basis *c* (001) war an allen Kristallen. Bei Zwillingen pflegt sie recht groß zu sein und bildet die einspringenden Winkel. Sie ist sehr selten gut gewesen, war fast immer entweder gerundet oder mit langgezogenen Unebenheiten bedeckt und lieferte meist ein doppeltes oder zersplittertes Signal von anomaler Lage.

Alle Formen der vertikalen Zone sind gut, immer gegeneinander scharf begrenzt und ihre Messungen haben sehr gut mit den berechneten Werten gestimmt. Das Grundprisma *m* (110) war an allen Kristallen.

$c$  ( $\bar{1}01$ ) hat sehr oft die am Kristall ausgedehntesten aber niemals besonders gute Flächen.

Das neue negative Orthodoma  $N$  (203) ist immer gekrümmt oder mit krummen Unebenheiten bedeckt und gleicht darin fast den Endflächen. Die reflektierten Signale waren manchmal in der Richtung der orthodiagonalen Zone auf mehrere Grade ausgebreitet und zwar immer in der Richtung von der normalen Lage zur Position der Endfläche, manchmal wich auch der gemessene Winkel  $\varrho$  bedeutend von dem theoretisch geforderten ab.

Die Pyramide  $f$  (112) ist an jedem Kristall und immer so vorzüglich, wie die besten Flächen der klinodiagonalen und vertikalen Zone.

Die positiven Pyramiden  $o$ ,  $p$ ,  $q$ ,  $R$  sind sehr häufig, immer entweder gekrümmt oder fein bogenförmig gerieft oder auch wie aus unregelmäßigen, verschieden orientierten Flächenpartien zusammengesetzt. Die reflektierten Signale waren meist unvollkommen, zersplittert und verschwommen, sodaß man sie nur selten zur angenährten Bestimmung verwenden konnte. An vollkommensten waren die  $R$ -Flächen, welche oft ein scharfes einfaches Signal lieferten. Interessant ist, daß diese krummflächigen Pyramiden wie bei den Kopitzer Kristallen immer in einer Richtung von der Lage der einfacheren Formen abweichen. Dies ist besonders bei der Pyramide  $o$  (316) auffallend, deren  $g$   $48^\circ$  anstatt  $44^\circ 37'$  beträgt und auch bei  $p$  (216) bei welchem die Messungen für  $\varrho$   $74^\circ 30'$  anstatt  $77^\circ 31'$  ergaben. Im allgemeinen gleicht die Qualität der Flächen dieser Formen jener der Kopitzer Kristalle.

Die neuen Pyramiden  $Q$ ,  $S$ ,  $T$ ,  $V$  waren durch kleine Flächen vertreten und sind in der Beschreibung der einzelnen Kristalle erwähnt worden.

Die Häufigkeit einzelner Formen ist aus folgender Übersicht (gemessen 12 Kristalle) ersichtlich:

	Zahl der gemessenen Flächen	Zahl der Kristalle		Zahl der gemessenen Flächen	Zahl der Kristalle
$b$ (010)	18	12	$w$ (016)	21	12
$c$ (001)	24	12	$f$ (112)	23	12
$r$ (210)	12	7	$o$ (316)	11	7
$m$ (110)	24	12	$q$ (319)	10	7
$n$ (230)	19	9	$p$ (216)	8	7
$u$ (120)	16	10	$R$ ( $\bar{1}2 . 9 . 40$ )	10	5
$l$ (130)	4	3	$V$ (358)	1	1
$c$ ( $\bar{1}01$ )	15	9	$Q$ ( $3 . 7 . 17$ )	1	1
$N$ (203)	5	3	$S$ ( $10 . 5 . 16$ )	1	1
$x$ (011)	29	12	$T$ (423)	2	1
$O$ (013)	4	4			



Die Ausbildung des Whewellit von Bruch ist recht mannigfach:

I. *Einfache Kristalle* sind verhältnismäßig selten. Unter 12 gemessenen und ca 20 besichtigten fand ich nur drei einfache Kristalle, zwei waren tafelförmig nach  $e$  ( $\bar{1}01$ ), einer dünntafelförmig nach der Endfläche  $c$  ( $001$ ).

II. *Die Zwillinge nach  $e$  ( $\bar{1}01$ )* sind hauptsächlich von zweierlei Typus:

1. Nach  $e$  ( $101$ ) *dünntafelförmige* Zwillinge (Fig. 6) sind die häufigsten und auch die größten (bis ca 8 mm) Kristalle. Der einspringende Winkel wird von Endflächen gebildet. Neben dem ausgedehntesten  $c$  ( $\bar{1}01$ ) sind am häufigsten die krummflächigen Pyramiden  $o$ ,  $p$ ,  $q$ ,  $R$  durch große Flächen vertreten. Recht häufig sind auch Durchwachsungszwillinge (Fig. 7) mit zwei von Endflächen gebildeten einspringenden Winkeln. An diesen Durchwachsungszwillingen sind oft beide Individuen insofern verschieden, daß die an einem Individuum ausgebildeten Pyramiden  $o$ ,  $p$ ,  $q$ ,  $R$  dem zweiten fehlen.

2. *Nach der Orthodiagonale  $b$  stark verlängerte* und mit einem Ende derselben angewachsene Zwillinge von meißel- oder rundeisenförmiger Gestalt mit großflächigen Formen  $c$ ,  $e$ ,  $o$ ,  $p$ ,  $q$ ,  $R$  und nur kleinen Flächen aus der klinodiagonalen und vertikalen Zone. (Fig. 4 und 5.) Der einspringende Winkel wird von den Endflächen und manchmal auch von den  $x$  ( $011$ )-Flächen gebildet. Auch diese recht asymmetrisch aussehenden Zwillinge sind sehr häufig.

Der Whewellit von Bruch ist in mancher Hinsicht jenem vom nahen Kopitz ähnlich. Für beide Vorkommen ist das Auftreten krummflächiger Pyramiden  $o$ ,  $p$ ,  $q$  und des nur von diesen Fundorten bekannten Klinodoma  $w$  ( $016$ ) charakteristisch. Auffallend ist auch für beide Vorkommen die immer geringe Ausdehnung des Klinopinakoids  $h$ , welches an vielen Kopitzer Kristallen sogar ganz fehlt, bei dem Whewellit von Burg und Zwickau aber durch die größten Flächen vertreten ist, das Fehlen der sonst sehr häufigen Pyramide  $s$  ( $\bar{1}32$ ) und die häufige Verlängerung der Kristalle in der Richtung der Orthodiagonale.

Vom Kopitzer Whewellit unterscheidet sich der von Bruch durch das überwiegende Vorkommen von Zwillingen und seine oft tafelförmige Ausbildung.

### Optische Eigenschaften.

Die optischen Eigenschaften sind zuerst von Schubert<sup>7)</sup> an den radialfaserigen Scheiben vom Venustiefbau studiert worden, genauer konnten sie an dem geeigneteren Material von Kopitz durch Riedl<sup>8)</sup>

<sup>7)</sup> Tschermak's Min. Mit. 1898, 18, 251.

<sup>8)</sup> Tschermak's Min. Mit. 1908, 26, 400. Die optischen Eigenschaften des Whewellits sind bei Lacroix (Min. de la France, III, 795) nach Riedl's Angaben z. T. unrichtig angeführt, auch die beigegebene Figur entspricht nicht der von Riedl angegebenen Orientierung.

und an einem Burgker Zwilling von Ježek<sup>9)</sup> festgestellt werden. Bei der Messung der Kristalle von Bruch habe ich mich auch mit den optischen Eigenschaften dieses Minerals befaßt und konnte an vorzüglichen und hinreichend großen Zwillingen von Burgk die Brechungsindices auch für *Li*- und *Tl*-Licht sowie zum erstenmale die Winkel der optischen Achsen direkt messen.

Die Brechungsindices sind mit einem Abbeschen Refraktometer von Zeiss gemessen worden. Bei einem möglichen Beobachtungsfehler von  $\pm 1\frac{1}{2}'$  beträgt der mögliche Fehler der Brechungsindices für *Na*-Licht in den Grenzen  $n_{Na} = 1.49 - 1.65$  höchstens  $\pm 0.0005$ .

<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>Tl</i>
$\alpha = 1.4878$	1.4909	1.4939
$\beta = 1.5513$	1.5554	1.5599
$\gamma = 1.6450$	1.6502	1.6567

$$Li \quad \gamma - \alpha = 0.1572$$

$$Na \quad \gamma - \alpha = 0.1593$$

$$Tl \quad \gamma - \alpha = 0.1628$$

Die Ebene der optischen Achsen ist senkrecht zum Klinopinakoid *b* (010); die Dispersion der Achsenebenen ist sehr gering, es konnten keine merkbaren Unterschiede der Auslöschungsschiefe für *Li*- und *Tl*- im Vergleiche zum *Na*-Licht festgestellt werden. Die Auslöschungsschiefen betragen am Klinopinakoid bei *Na*-Licht (Mittel von Messungen an 6 Zwillingen):

zur Kante *bc* im spitzen Achsenwinkel  $\beta$   $13^{\circ} 00'$ ,  
 „ „ *ba* „ stumpfen „  $\beta$   $30^{\circ} 00'$ ,  
 „ Zwillingsgrenze *bc* „ „  $6^{\circ} 30'$ ,  
 die Differenz der Auslöschungsschiefen der  
 beiden Individuen also  $13^{\circ} 00'$ .



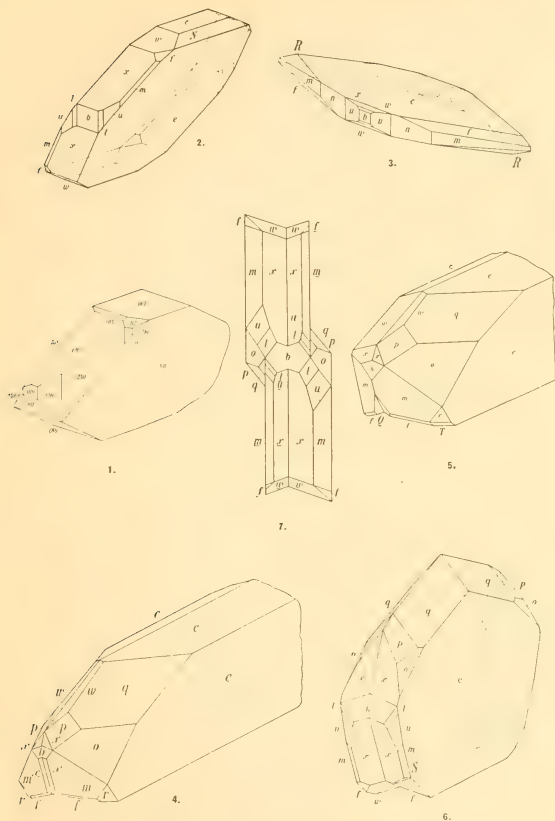
Die Orthodiagonale ist die stumpfe Bisektrix; die spitze Bisektrix schließt im Klinopinakoid mit der Normalen auf *c* (001) einem Winkel von  $13^{\circ}$  im stumpfen Achsenwinkel  $\beta$  ein

$$\varrho < v.$$

Die aus den gemessenen Achsenneigungen berechneten Achsenwinkel stimmen gut mit jenen, welche aus den Brechungsindices berechnet wurden, desgleichen mit den früher von Becke, Riedel und Ježek angeführten Werten. Die Messung wurde in der Rohrbachschen Lösung (*R*) vorgenommen, welche folgende Brechungsindices gehabt hat:

<sup>9)</sup> Bull. Acad. Boh., 17, 1908.

B. JEŽEK: WHEWELLIT VON BRUCH BEI DUX.





$$n_{Li} = 1.7121$$

$$n_{Na} = 1.7303$$

$$n_{Tl} = 1.7489$$

	Gemessen:	Daraus berechnet:	Aus den Brechungsind. berechnet:
<i>Li</i>	$2 R_0 = 84^0 51\frac{1}{2}'$	$2 V_a = 83^0 45'$	$2 V_a = 83^0 10' 50''$
<i>Na</i>	$2 R_0 = 83^0 55'$	$2 V_a = 83^0 55'$	$2 V_a = 83^0 20' 20''$
<i>Tl</i>	$2 R_0 = 82^0 50'$	$2 V_a = 84^0 15'$	$2 V_a = 83^0 28' 50''$

Die Lage der optischen Achse für das *Na*-Licht ist bei der angenommenen Orientierung durch Positionswinkel gegeben:

J e ž e k :	B e c k e :
$\varphi = -13^0$	$\varphi = -12^0$
$\varrho = 48^0 3'$	$\varrho = 47^0 40'$

Die optischen Konstanten sind bei einer Temperatur von  $24^0$ — $28^0$  C gemessen worden.

Mineralogisches Institut der k. k. böhmischen Universität in Prag.

# Über eine neue Fauna des Untersilurs in der Umgebung von Rokycan.

Von

KARL HOLUB.

(Mit 2 Tafeln.)

Vorgelegt am 10. März 1911.

Die vorliegende Arbeit schließt sich an an die vor 3 Jahren von mir publicierte Abhandlung: „Beitrag zur Kenntnis der Bande *Dd<sub>1</sub>*“ (Bull. internat. de l'Acad. d. sc. de Bohême 1908. Résumé des böhm. Textes).

Das Materialsammeln wurde mir durch Subvention seitens der naturwissenschaftlichen Sektion des Museums des Königr. Böhmen ermöglicht; bei dem Studium der fremden Literatur und des Vergleichsmateriales war mir Herr Dr. J. P e r n e r behilflich, wofür ich ihm aufrichtig danke.

Die hier beschriebene Fauna stammt aus einem bisher unbekannten Horizonte der Bande *D-d<sub>1</sub>β*, u. zw. aus einer Berglehne, etwa  $\frac{1}{2}$  km südlich von der Gemeinde *Klabava*; diese Gemeinde liegt n.-w. von Rokycan. Dort streichen in einer Kluft, nicht weit von dem Eisenbahndamme die Schichten der Bande *D-d<sub>1</sub>β* aus, mit einem stark dislocierten Eisenerzlager. Das unmittelbar Hangende dieses Erzlagers bilden dünnblättrige, grünlich graue, feste Tonschiefer, in welchen folgende neue Fauna gefunden wurde.

1. *Euloma bohemicum* n. sp. (T. I. Fig. 1—3).
2. *Euloma inexpectatum* n. sp. (T. I. Fig. 4—5).
3. *Aspidacolina* (n. g.) *miranda* n. sp. (T. II. Fig. 3 *abc*).
4. *Lichas praecursor* n. sp. (T. I. Fig. 7).
5. *Ptychocheilus decoratus* n. sp. (T. II. Fig. 2).
6. *Asaphellus Pernerii* n. sp. (T. I. Fig. 6 *ab*).
7. *Nileus pater* n. sp. (T. II. Fig. 1 *ab*).
8. *Illaeus? cuspidatus* n. sp. (T. II. Fig. 4).

Die charakteristischen Merkmale dieser neuen Arten treten auf den Abbildungen der Tafel I. und II. gut hervor, und es konnte deshalb

die detaillierte Beschreibung der Arten unterlassen werden. Es mögen bloß einige erklärende Bemerkungen zu den abgebildeten Exemplaren hier eingeschaltet werden.<sup>1)</sup>

Ad 1. *Euloma bohemicum* Hol. zeigt am Vorderrand deutliche Vertiefungen, wie *Euloma ornatum* Angelin. Charakteristisch sind die großen, halbmondförmigen Augen ohne Augenleisten.

Ad 2. *Euloma inexpectatum* Hol. hat kleinere, nierenförmige Augen. Sie ist wohl die größte Euloma-Art.

Ad 3. *Aspidaeglina* (n. g.) *miranda* Hol. besitzt einen Thorax mit 6 Segmenten wie die meisten Aeglinen, jedoch Pygidium ist ähnlich demjenigen von *Megalaspis* oder *Megalaspides*. Es ist ein alter Kollektivtypus.

Ad 4. *Lichas praecursor* Hol. erinnert am meisten an *Lichas incola* Barr. aus *D-d<sub>1</sub>γ*. An der Pygidium-Achse ist die hintere Querfurche ununterbrochen fortlaufend, u. in die Seitenfortsätzen laufen beiderseits 5 deutliche schief nach hinten gebogene Rinnen; beides kommt nicht bei *L. incola* vor; außerdem ist *L. incola* kleiner.

Ad 5. *Ptychocheilus decoratus* Hol. erinnert an *Pt. discretus* Barr. *sp. emend.* Novák. Die Granulation resp. Warzenbildung wie sie bei dieser Form entwickelt ist, ist bei Asaphiden eine ungewöhnliche Erscheinung.

Ad 6. *Asaphellus Perneri* Hol. nähert sich dem *As. desideratus* Barr. *sp. (emend.* Brögger) aus *D-d<sub>1</sub>γ*. Die Glabella ist bei der neuen Art relativ höher und schmaler.

Ad 7. *Nileus pater* Hol. hat den nächsten Verwandten in *N. (Platypeltis) puer* Barr. *sp.* aus *D-d<sub>1</sub>γ*. Die festen Wangen sind bei der neuen Art mächtiger entwickelt als bei *N. puer*.

Die Bedeutung dieser neuen Fauna besteht darin, daß sie wirklich die Existenz einer *Euloma-Niobe*-Fauna in Böhmen beweist; von ihrer Existenz war bisher nichts bekannt, und nur Brögger<sup>2)</sup> hat aus dem gemischten faunistischen Charakter der Bande *D-d<sub>1</sub>γ* auf ihre Existenz in Böhmen geschlossen, ohne einen direkten oder sicheren Beweis führen zu können.

In Böhmen ist *Euloma* durch 2 Arten vertreten. *Asaphellus Perneri* und *Ptychocheilus decoratus* gehören ebenfalls zu der *Euloma-Niobe*-Fauna, und die übrigen oben angeführten Formen sprechen nach ihren paläontologischen Merkmalen ebenfalls für diesen Horizont.

Es muß noch hinzugefügt werden, daß außer hier abgebildeten Trilobiten noch andere Fossilien in diesem Horizonte vorkommen, welche jedoch meist nicht ganz sicher bestimmt werden konnten. Es sind:

<sup>1)</sup> Sämtliche Exemplare befinden sich in meiner Sammlung mit Ausnahme der Exemplare Pl. II, Fig. 3 a u. Pl. I, Fig. 4, welche im städtischen Museum in Rokycan aufbewahrt sind.

<sup>2)</sup> Ueber die Verbreitung d. *Euloma Niobe*-Fauna in Europa. *Christiania. Nyt Mag.* 1897-8.

*Lamprocaris?**Lingula* aff. *fissurata* Barr.„ *rugosa* Barr.„ *sulcata* Barr.*Bellerophon* (*Sinuities*)?*Orthoceras?**Conularia* aff. *robusta* Barr.*Hyolithus* sp.*Anomalocystites?**Dichograptiden*

(mehrere Formen, welche v. J. Per-

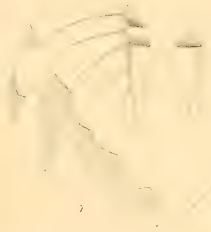
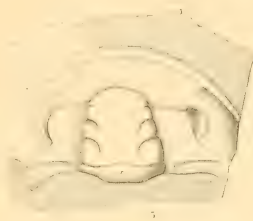
ner später beschrieben werden).

Was die stratigraphische Stellung dieser *D-d<sub>1</sub>*-Schiefer mit der neuen, *Euloma-Niobe*-Fauna anbelangt, so muß hier Folgendes hervorgehoben werden.

In der weiteren Umgebung von Rokycan ist ein ganzer Komplex von meist feinkörnigen Tonschiefern entwickelt, welche man als *d<sub>1γ</sub>* zu bezeichnen pflegt. Die oberen Schieferschichten, die meist hell, graugelb oder braun, dünnblättrig und heute schon fast gänzlich verwittert sind, enthielten die bekannten harten, kieseligen Knollen, sogenannte „Rokycaner Kügelchen“, in denen schöne interessante Fossilien vorkommen. Diese Knollen findet man jetzt stellenweise an der Erdoberfläche, in der Ackerkrume, und selbst in den Diluvial- und Alluvialablagerungen vor; sie entstammen aus den erwähnten, in der nächsten Umgebung von Rokycan gänzlich verwitterten Schiefern der Abteilung *d<sub>1γ</sub>*. In den *d<sub>1γ</sub>*-Schiefern selbst, wo sie noch anstehen, sind die Versteinerungen seltener. Die unteren Schichten des Schieferkomplexes bei Rokycan enthalten keine Knollen und anscheinend auch keine Fossilien. Auch in der Ackerkrume, an den Stellen, wo dieser untere Tonschiefer-Komplex zu Tage tritt, kommen keine Knollen vor (z. B. bei Borek, Klabava, Němčický). Diese unteren Schiefer bilden das Liegende der oberen, Knollen enthaltender *D-d<sub>1γ</sub>*-Schiefer. In den unteren Schiefern kommen auch konkordante Lager von effusivem Diabas, der im echten, typischen *d<sub>1γ</sub>* nicht vorkommt. Anscheinend sind — wie gesagt — diese unteren Schiefer fossilleer. Sehr selten findet man einen Fossil-Rest, derselbe ist jedoch aus den Knollen (Rokycaner Kügelchen) nicht bekannt. Diese Stellen, wo man einige Fossil-Reste finden kann, bilden sozusagen kleine Insel im Gebiete des ganzen Schieferkomplexes. Die relativ häufigsten Fossilien dieser unteren festen, gut spaltbaren Schiefer sind *Lingula sulcata* und *L. rugosa*,<sup>3)</sup> und einige noch nicht bestimmte Graptoliten, wahrscheinlich der Familie der Dichograptidae gehörend. Auch *Conularia* aff. *robusta* Barr. und Fragmente, die wohl Kopfränder eines Trilobiten, wahrscheinlich von einer *Euloma*-Art, vorstellen dürften, werden hier gefunden, so daß man diese untere Schieferschichten aus palaontologischen (und auch stratigraphischen) Gründen mit jenen, in welchen man eine deutlich erhaltene *Euloma-Niobe*-Fauna gefunden hat, identifizieren kann.

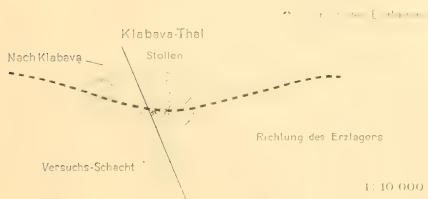
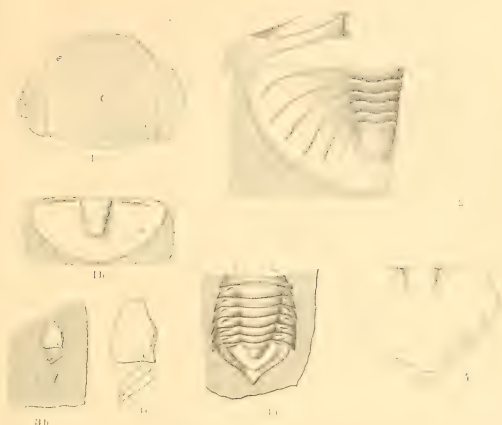
<sup>3)</sup> Diese Arten werden von Jahn als aus *d<sub>1γ</sub>* entstammend angeführt (Jahn, Verhandl. d. geol. Reichsanst. 1904 H. 4, p. 271). Jedoch Barrandes Originale stammen aus dem *Euloma-Niobe* Horizont der Bergelehne von Klabava, *d<sub>1β</sub>*.





*Author not not del*





Situations Skizze  
des Fundortes bei  
dem Dorfe Klabava

Nach Rokycan



Der paläontologische Charakter der eben beschriebenen Fauna weist entschieden auf eine ältere Fauna hin als diejenige, welche in den Rokykaner Knollen und echten  $D-d_1\gamma$ -Schiefern vorkommt. Man findet hier keinen Repräsentanten der bisher aus  $d_1\gamma$ -angeführten, jüngeren Typen; man hat einfach hier mit einem für Böhmen neuen, selbständigen Horizont zu tun, der älter ist als  $d_1\gamma$ , und sich mehr dem  $d_1\beta$  nähert. Paläontologisch entspricht dieser Horizont der Euloma-Niobe-Fauna Brögger's, obgleich er — wie alle untersilurische Sedimente Böhmens — seinen selbständigen Charakter gegen die entsprechenden Schichten anderer Länder behält.

In wie weit die Beziehungen zu der untersilurischen Fauna von Hof, welche von Barrande beschrieben und v. Pompeckij<sup>4)</sup> neu revidiert wurde, bestehen, wird Aufgabe einer weiteren Abhandlung sein. Es soll hier bloß darauf hingewiesen werden, daß die von Barrande nicht anerkannten Abteilungen  $d_1\beta$  und  $d_1\gamma$  einer weiteren Einteilung in Zonen unterzogen werden müssen, wie man es in fremden Silurgebieten mit Erfolg unternommen hatte. Bisher hatte Prof. C. Klouček<sup>5)</sup> im echten  $d_1\gamma$  zwei Horizonte nachgewiesen, und die in  $d_1\beta$  vorkommenden, von Dr. Perner beschriebenen Graptoliten und Trilobiten<sup>6)</sup> deuten ebenfalls auf Existenz mehrerer Zonen hin. Eine detaillierte Zonen-Gliederung der Bande  $D-d_1$  kann jetzt noch nicht durchgeführt werden; erst bis die inzwischen in  $D-d_1$  neu gefundenen Graptoliten und andere Fossilien bearbeitet werden, was in kurzer Zeit erfolgen dürfte.

Vergleichende Tabelle der bestimmten Trilobitengattungen  
aus der neuen Fauna.

Unsere neue Fauna	$Dd_1$ $\alpha$	$Dd_1$ $\beta$	$Dd_1$ $\gamma$	$Dd_2$	$Dd_3$	$Dd_4$	$Dd_5$	Bröggers Euloma-Niobe- Fauna
1. Euloma, A. . .	—	—	—	—	—	—	—	+
2. Aspidaeglina, H.	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Asaphellus, Br.	—	—	+	—	—	—	—	—
4. Ptychocheilus, N.	—	—	+	—	—	—	—	—
5. Lichas, D. . . .	—	—	+	—	—	—	—	—
6. Nileus, D. . . .	—	—	+	—	—	—	—	—
7. Agnostus, L. . .	—	—	+	—	—	—	+	—
7	—	—	5	—	—	—	1	6

<sup>4)</sup> Ein neu entdecktes Vorkommen von Tremadoc-Fossilien bei Hof. I. Ber. d. nordoberfränkischen Ver. f. Nat. 1896. Noch engere Beziehungen bestehen anscheinend zu dem analogen Horizont im südfranzösischen Silur. Vergl. die Arbeit Bergerons. (Bull. soc. géol. de la Fr. 1899 p. 617.)

<sup>5)</sup> C. Klouček, Vorläufige Mitteilungen über 2 faunistische Horizonte in  $Dd_1\gamma$ . Sitzber. d. königl. böhm. Ges. d. Wiss. 1908. XX.

<sup>6)</sup> P e r n e r, Etudes sur les Graptolites de Bohême. Pl. II. Prague 1895. Derselbe. Miscellanea silurica Bohemiae. (Česká Akademie. Palaeontographica Bohemiae V.) 1900.

# Beiträge zur Kenntniss der Psylloden II.

Von

Dr. **KAREL ŠULC**,

Micháلكovice-Ostrava, Moravia.

(Mit 11 Tafeln.)

Vorgelegt am 24. Jänner 1910.

## 3. *Psylla delarbrei*, Puton 1873.

(Tab. III.)

*Kopf*. — *Scheitel* hinten 0.50 mm breit, mäßig ausgeschnitten, 0.20 mm lang, die vorderen Ecken verschmälert und nach unten gebogen. — *Fühler* 1.40 mm lang. — *Stirnkegel* 0.16 mm lang, zum breit abgerundeten Gipfel nur allmählich verschmälert, dicht behaart. — *Färbung*: hellgrünlich oder hellgelb, ohne Zeichnung.

*Thorax* wie der Kopf gefärbt, nur ist hier eine ockergelbe oder bräunliche Zeichnung.

*Vorderflügel* 2.50 mm lang, 1 mm die größte Breite; das Ende breit abgerundet, die vordere und hintere Hälfte gleich gebogen, Flügelgipfel in der hinteren Hälfte des *m. cell. Rs*. — *Adern*: *C + Sc*, *margo stigm.* gleichmäßig gebogen, *R 1* nur ganz am Anfange selbständig, dann vollkommen mit dem *margo stigm.* verschmolzen; *Rs* fast gerade, nur vor dem Ende ein wenig nach hinten gebogen, seine Insertion befindet sich über der Hälfte des *m. cell. M 1 + 2*; *M* ziemlich kurz, sie endigt unter der Hälfte *Rs*, *M 1 + 2*, *M 3 + 4* lang, nur leicht gebogen; *Cu 1* gleichmäßig gebogen. — *Färbung der Adern*: gelblichbraun, bis hellbraun, die Rippen fein bräunlich. — *Flügelmembran*: fein, in der äußeren Hälfte tiefgelb tingiert, in der inneren Hälfte dagegen nach innen stufenweise heller. — *Oberflächendornen* bedecken alle Felder; die gleichmäßig schmalen dornenlosen Streifen überall entwickelt, nur dem *R 1* entlang fehlt er; die Dornen stehen in Quadraten auf 0.02 mm von einander; *Unterflächendornen* bedecken *cell. R 1* ganz, von der *cell. Rs* die äußere Hälfte, und von der *cell. C + Sc* nur die äußere Ecke; die Marginaldornengruppen sind in den *cell. M 1 + 2*, *M 3 + 4*, *M* und *Cu 1* vorhanden. — *Stigma* ist nicht vorhanden, *R 1* ist mit dem *m. stigmatis* vollständig in eine stärkere Ader verschmolzen.

*Hinterflügel* gewöhnlich.

*Beine* hellgelb oder grünlich.

*Abdomen* hellgelb oder hellgrünlich, mit bräunlichen Streifen auf den Chitinplatten.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0.30 mm hoch und ebenso lang, nach hinten und unten bogenförmig begrenzt, gelblich, bräunlich, zerstreut behaart. — *Kopulationszange*: der einzelne Ast von der Seite in der unteren Hälfte sehr breit, d. i. 0.15 mm, vorn und hinten lappenförmig erweitert, der obere Teil ist sensenförmig, mit der Schärfe nach vorn gerichtet; auf dem vorderen Umrisse cca. in der Hälfte der Höhe springt ein kleiner, dreieckförmiger Zahn vor. — Von oben erscheint das Ende sensenförmig. — Von hinten sitzt innen, an der Basis der Zangenäste ein ziemlich großer fast kreisrunder Lappen; die Zangenäste sind in der Mitte der Höhe fast winklig gebogen, der obere Teil ist allmählich verschmälert der äußerer Umriß von der Form einer Rokoko-Vase ohne Rand, der innere ist umgekehrt amphoraförmig. — Bräunlich, der sensenförmige Teil schwarzbraun, zerstreute Behaarung, die auf dem Rande des Lappens dichter und stärker hervortritt. — *Analsegment*: 0.40 mm hoch, 0.15 mm gleichmäßig breit, gerade, gelbbraun, zerstreut behaart.

♀ *Körperende*. — *Analsegment*: von oben lang keilförmig, zum spitzigen Ende gleichmäßig verschmälert. — Von der Seite 0.12 mm lang, 0.35 mm breit; auf dem oberen Umrisse ein kaum merkbarer Buckel, Kiel des Schnabels glatt und eingebogen; der Schnabel gegen das spitzige Ende allmählich verschmälert, sein unterer Umriß ausgebogen, der Basaleinschnitt flach und breit. — Die Dornen fangen 0.55 mm vom Ende an, und nehmen die unteren 2—2 des Schnabels für sich ein, indem sie dicht, zu 6—8 in 32—40 Querreihen stehen; am Anfang und am Ende sind sie selbstverständlich spärlicher; sie sind lang konisch, scharf ausgezogen. — Haare: der Basalteil spärlich zerstreut behaart, einige kürzere und längere Haare auf dem Buckelorte, die dann noch über den Dornen auf den Schnabel ziehen; der obere Umriß und das Ende mit spärlichen, kurzen, hellen Härchen. — *Anus*: 0.20 mm lang, ringsum ein geschlossener Ring mit zweireihigen Drüsenöffnungen und ein Kranz kurzer Haare. — *Genitalsegment*: ist dreieckförmig, die obere Seite ist leicht wellenförmig, 0.90 mm lang, die untere leicht ausgebogen, 0.60 mm, die vordere nach vorn winklig ausgezogen, 0.75 mm; der Schnabel spitzig, mittellang ausgezogen. — Dornen bilden unter dem oberen Umrisse 19—20 Querreihen zu 3—8 Dornen, von welchen die 2—3 obersten 3—4 mal länger sind als die der unteren Reihen; außerdem findet man noch einige kurze, zerstreute Dornen in der Mitte des Segmentes und einige unter den Dornenreihen, die sich denselben anreihen. — Zerstreute, Mittellange Haare findet man hinter und unter den Dornen und am unteren Umrisse. — *Äußere Legescheiden*: hinten gleichmäßig abgerundet, fein länglich geritzt, sie erreichen etwa das Ende des Genitalsegmentes. — *Äußerer Legestachel*: lang messer-

förmig, geradachsig, gleichmäßig stark chitiniert, Leiste am oberen Umrisse, das Ende allmählich verschmälert, von oben nach hinten lang abgestutzt. — *Innerer Legestachel* lang dreieckförmig, proximale Hälfte oben eingebogen sodaß der obere innere Zipfel ausgezogen erscheint, distale gerade, das Ende von oben nach unten lang abgerundet unten gerade, sodaß es recht scharf erscheint, die untere Leiste ist unten schmal, nach vorn bedeutend erweitert; ein kleiner Nabel. — Färbung der Körperendsegmente gelbbraun.

*Körpergröße* 3—3.5 mm bis zum Ende der zusammengelegten Flügel.

*Nährpflanze, Lebensweise und Larven* unbekannt.

*Geographische Verbreitung*: Le Lioran, Frankreich, leg. P u t o n; außerdem wird von O š a n i n noch Spanien angegeben, aber ich weiß nicht, wer sie dortselbst gesammelt hat. — Es ist also nur ein Fundort bekannt, aber die Gesamtzahl der von P u t o n geschöpften und in verschiedensten Sammlungen verteilten Exemplare ist eine bedeutende.

*Bemerkung*. Diese Beschreibung wurde nach den Originaltypen P u t o n's aus Coll. k. k. Hofmuseum in Wien angefertigt; die bis heute erhaltenen Exemplare sind einheitlicher Art und entsprechen der Originalbeschreibung P u t o n's vollkommen. — *Ps. delarbrei* P u t o n ist eine sehr gute, distinkte Art, die den *Ps. spartii* und *spartiicola* am nächsten steht.

#### Literatur und Synonymie.

*Delarbrei* P u t o n A., Annales d. l. Soc. Ent. France, 1873, p. 21.

.. L o e w F., Katalog, Wiener ent. Ztg. 1882.

.. P u t o n A., Catalogue d. Hémiptères, Caën, 1899.

.. O š a n i n B., Verzeichnis, St. Petersburg 1907.

.. S u l c K., Úvod do studia druhů rodu Psylla usw., Sitzungsberichte d. k. Ges. d. Wiss. Prag 1910.

#### 4. *Psylla cytisi*, P u t o n 1875.

(Tab. IV.)

*Kopf*. — *Scheitel* 0.45 mm breit, 0.20 mm lang, die vorderen Ecken breit abgerundet. — *Fühler* 1.40 mm lang. — *Stirnkegel* nur 0.13 mm lang, am Ende breit abgerundet, behaart. — *Färbung* gleichmäßig hellgelb, oder hellgrün.

*Thorax*: hellgrünlichgelb, mit verwischter, undeutlicher, ocker-gelber Zeichnung.

*Vorderflügel* 2.70 mm lang, 1 mm breit, das Flügelende gleichmäßig abgerundet, die vordere und hintere Hälfte des Bogens daher leicht gebogen, der Flügelgipfel in der Mitte des *margo cell. Rs.* — *Adern*: C + Sc und äußere Hälfte des *margo stigmatis* gleichmäßig gebogen, die innere Hälfte des letzteren fast gerade, R 1 kurz, schief nach außen und vorn zielend, er endigt über der Zweispaltung der M 1 + 2, M 3 + 4; Rs gerade, nur



das äußere Fünftel nach hinten gebogen; *M* leicht gebogen kurz, *M* 1 + 2, *M* 3 + 4 leicht gebogen, lang; *Cu* 1 kreisbogenförmig. — Färbung der Adern: hellgelb, die Rippen hellbraun. — *Flügelmembran* fein, gelblich, namentlich in der äußeren Hälfte. — Dornen: Oberflächendornen: bedecken alle Felder; dornenfreie Streifen sind überall breit und deutlich entwickelt; in der *cell. C* + *Sc* verschmälert sich die Dornengruppe in der inneren Hälfte proximalwärts bedeutend; bei *margo cell. R* sein dornenfreier Streifen, an die übrigen Ränder treten die Dornengruppen dicht heran, sie sind nicht von den Seiten abgestutzt, sondern in den *cell. M* 1 + 2, *M* und *Cu* 1 nur leicht verschmälert; die Dornen stehen in unregelmäßigen Quadraten cca. 0.01 mm von einander. — Unterflächendornen sind äußerst klein und bedecken die ganze *cell. R* 1 und  $\frac{2}{3}$  der *cell. C* + *Sc* in der Ausbreitung der Oberflächendornen. — Die Marginaldornen sind entwickelt nur in den *cell. M* 1 + 2, *M* und *Cu* 1; sie sind enger als die Oberflächendornengruppen und reichen zur Hälfte der *M* 1 + 2; bemerkenswert ist hier das Fehlen der Marginaldornen in der *cell. Rs*. — Das membranöse Stigma ist entwickelt; anfangs ist es breit, dann wird es rasch schmaler, ist kurz, indem es über der Hälfte der Länge der *Rs* endigt, leicht angeraucht.

*Hinterflügel* gewöhnlich.

*Beine* hell gelbgrünlich.

*Abdomen* hell gelbgrünlich.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0.30 mm hoch und ebenso lang, nach hinten und unten begenförmig begrenzt, zerstreut behaart, gelbgrünlich. — *Kopulationszange*: einzelner Ast von der Seite gesehen 0.30 mm hoch, gerade, von unten nach oben allmählich, aber bedeutend verschmälert, das Ende abgerundet. — Von oben: das Ende des gleichbreiten Astes ist am Ende von hinten nach vorn abgerundet, und hier in eine ganz kurze Spitze ausgezogen. — Von hinten erscheinen die Äste als aufrechtstehendes Kopfende einer Brillenschlange, sie haben unter dem, zur Mittellinie gebogenen, abgerundeten Ende eine lappenförmige Erweiterung; der äußere Umriß ist von der Form eines nach oben sich verschmälernenden 0, der innere planariaförmig. Zerstreute Haare, die am hinteren Umrisse am längsten sind; gelblichbraun. — Die Äste der Zänge sind relativ lang, dünn, durch Trockenwerden verschieden verdreht, was bei der Determination zu verschiedenen Irrtümern führer kann. — *Analsegment* 0.46 mm hoch, 0.10 mm breit, gerade, nur das Ende ein wenig nach hinten gebogen, zerstreut behaart, grünlichgelb.

♀ *Körperende*. — *Analsegment* von oben kurz keilförmig. — Von der Seite 0.40 mm breit, 1.05 mm lang, oben glatt, gerade, kein Buckel, das Ende breit abgerundet; Schnabel lang, unten gerade, an der Basis breit, lang ausgeschnitten. — Dornen fangen 0.50 mm von dem Ende an, bedecken die ganze Breite des Schnabels und stehen in cca. 40 Querreihen zu 12—14 dicht aneinander, sie sind in der Mitte kurz, stumpf zugespitzt, breit, am Anfang aber bis dreimal länger, lang ausgezogen und scharf

zugespitzt. — *Haare*: ein Ring kleiner Haare um den Anus, der Basalteil des Segmentes zerstreut, dicht behaart, Kiel und das Ende mit kurzen, feinen, bleichen Haaren, einige längere Haare am Buckelorte und unter dem Kiele. — *Anus* kurz, ringsum ein geschlossener Ring mit zweireihigen Drüsenöffnungen. — *Genitalsegment* dreieckförmig, oben 0·80 mm, unten 0·70 mm, fast gerade, vorn 0·50 mm, lang und senkrecht, Schnabel allmählich ausgezogen, seine Spitze von unten nach oben abgerundet. Dornen besetzen die oberen hinteren  $\frac{2}{3}$  des Segmentes und gehen recht weit nach vorn; sie stehen in cca. 26 Querreihen zu 3—4—8, proximalwärts an der Zahl zunehmend; die Dornen der obersten zwei Reihen sind lang und scharf ausgezogen, die unteren sind kürzer. — Die Partie vor und unter den Dornen, der untere Kiel und das Ende zerstreut kurzhaarig. — *Äußere Legescheiden* etwas länger als das Genitalsegment, sehr breit, hinten abgerundet, der distale Teil ist fein länglich, der proximale fein schuppenförmig geritzt. — *Äußerer Legestachel* gleichmäßig chitiniert, sehr lang, dolchförmig, oben gerade, unten vor dem Ende ausgeschweift, das Ende abgerundet, oben und unten kurz ausgeschnitten; feine Leiste am oberen Umrisse. — *Innerer Legestachel* ist stark chitiniert, messerförmig, oben mit zwei starken, breiten Zähnen, das Ende scharf, von oben nach unten abgestutzt abgerundet; zwei sehr kleine Nabel; am unteren Umrisse eine breite, flügel förmig abstehende Leiste. — Farbe der Endsegmente: grünlichgelb.

*Körpergröße*: 2·75 mm, gemessen bis zum Ende der geschlossenen Flügel.

*Nährpflanze*: vielleicht *Cytisus spinosus* L a m (L o e w).

*Lebensweise und Larven* unbeschrieben.

*Geographische Verbreitung*: Gallia, Corsica, Algeria, Hispania, Italia, Austria (Dalmatia).

*Bemerkungen*. Diese Beschreibung wurde nach den Originaltypen P u t o n's aus Hyères, Gallia, coll. K. k. Nath. Hofmuseum in Wien, angefertigt; dieselben entsprechen der Diagnose P u t o n's vollständig und alle vorhandenen Exemplare gehören einer und derselben Art an.

*Literarisches*. Die Art ist von P u t o n 1875 beschrieben worden; 1887 bemerkt L o e w, daß die Nährpflanze unbestimmt ist, aber daß die erwachsenen Individuen auf *Cytisus spinosus* gefangen wurden; über diese Art wurde in der Literatur nicht gestritten und sie hat auch keine Synonyma; *Psyllodes cytisi* B e c k e r 67 ist keine *Psylla*, sondern *Allconeura radiata* F o e r s t e r 38 (teste L o e w 78).

#### Literatur und Synonymie.

*cytisi* P u t o n A., Annales d. l. Soc. Ent. France, 1876.

.. B e c k e r, nec (*Psyllodes*) *cytisi*, Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou, 1867.

.. L o e w F., Zur Systematik d. Psylloden, Verh. d. k. k. z. b. Ges. Wien, 1878.

.. L o e w F., Revision d. pal. Psyll., eodem, 1882.

- cytisi* Loew F., Übersicht d. Psylliden v. Öst. Ung., eodem, 1887.  
 „ Loew F., Katalog d. Psylliden, Wiener ent. Ztg., 1882.  
 „ Puton A., Catalogue d. Hémiptères, Caen, 1899.  
 „ Ošanin B., Verzeichnis, St. Petersburg, 1907.  
 „ Šulc K., Úvod do studia druhů rodu Psylla atd., Věstník král. č. Sp. Nauk, Praha, 1910 (Acta Reg. Soc. Scient. Bohem. Pragae).

### 5. *Psylla alni*, Linné.

(Tab. V.)

*Kopf*. — *Scheitel* dreimal so breit, als in der Mittellinie lang, die hinteren Punktaugen knapp in den Hinterecken, die Vorderecken breit abgerundet. — *Fühler* 3.00 mm lang. — *Stirnkegel* 0.25 mm lang, d. i. ebenso lang wie die Mittellinie des Scheitels, von breiter Basis allmählich verschmälert, auf dem Gipfel abgerundet, dicht behaart. — *Färbung*: Grundfarbe ist hell grünlich oder gelblich, grünlichgelb, ockergelb, siena-, sepiabraun, orangen-, indisch-, violett-scharlach-rot, entwickelt oder nicht entwickelt, verschwommen und zusammenfließend oder präzis begrenzt, im ganzen äußerst variabel. — *Fühler* bei dunklen Exemplaren ganz bräunlich, bei helleren nur in der äußeren Hälfte, die proximale Hälfte ist heller; *Stirnkegel* wie der *Scheitel* gefärbt.

*Thorax* wie der *Kopf* gefärbt.

*Vorderflügel* 4.25 mm lang, 2 mm breit; *Flügelende* breit abgerundet, die vordere Hälfte des *Flügelendbogens* flacher gekrümmt als die hintere; *Flügelgipfel* in der Hälfte des *margo cell. Rs*. — *Flügeladern*: *C + Sc* gleichmäßig flach gebogen; *R 1* nur ganz am Anfange kurz selbständig, dann schmilzt er mit dem *Stigmavorderrande* ununterscheidbar zusammen in eine breite Ader; er endigt de facto über dem Anfang des mittleren Drittels *Rs*; dieser in dem mittleren Drittel nach vorn mäßig ausgebogen; *M* mittellang, ihre äußere Hälfte fast gerade, die innere bedeutend nach vorn gebogen; *M 1 + 2*, *M 3 + 4* mittellang, mäßig gebogen, *Cu 1* in der äußeren Hälfte gerade. — *Färbung der Adern*: *C + Sc* grünlich, der Basal- und Endteil mit gelben Wischen, die übrigen Adern hellbraun; die Rippen überall deutlich tiefbraun gefärbt, auf der *R + M + Cu* und auf der inneren Hälfte des *R* sind sie ungefärbt. — *Flügelmembran*: wasserhell, durchsichtig. — *Dornen*: Oberflächendornen bedecken die Felder der *cell. R 1*, *Rs*, *M*, *M 1 + 2*, *M 3 + 4*, *Cu 1* und *Cu*, indem ihre Gruppen bei dem *Flügelrande* nicht verschmälert werden und den Adern entlang überall breite, gleichmäßige dornenlose Streifen bewahren; in der *cell. C + Sc* fehlen sie vollständig, bis auf eine ganz kleine, zentrale, unregelmäßige Gruppe; in der *cell. Rs* gehen sie nur bis über den Gipfel des Bogens der *M*, dann fehlen sie vollständig. — Unterflächendornen bedecken nur die vordere Hälfte der Ausbreitung der Oberflächendornen in der *cell. R 1*, sonst sind sie nirgends vorhanden. — Marginaldornen sind in den *cell. Rs*, *M*, *M 1 + 2*, *M 3 + 4* vorhanden, ihre Gruppen sind mit denen der Oberflächendornen

gleich breit und erreichen etwa die Hälfte der Höhe der  $M\ 1 + 2$ . Oberflächendornen sind klein, konisch, braun mit heller Spitze, jene der Marginalgruppen sind birnförmig, mit verzogener Basis. — Membranöses Stigma bildet nur ein unbedeutendes Fensterchen, das öfters noch durch akzessorische Querleisten geteilt ist.

*Hinterflügel* wasserhell, die Adern grünlich, gelblich, gelbgrünlich; Analfeld pflegt nicht bräunlich zu sein.

*Beine*: gelblich, grünlich, äußerlich unter dem Knie auf der Tibia mit braunschwarzem Punkte oder Streifen.

*Abdomen*: Sklerite hellgrünlich bis braun, eventuell mit hellgelbem bis karminrotem schmalen Hinterrande; Konjunktive grünlich, gelblich.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0.43 mm lang und ebenso hoch, nach hinten und unten fast kreisbogenförmig begrenzt, zerstreut lang behaart, grünlich, auf der Basis bräunlich. — *Kopulationszange*: der einzelne Ast von der Seite 0.50 mm hoch, gerade, nur ein wenig nach vorn gebogen, in der Mitte am schmälsten, unten breiter, das Ende löffelförmig erweitert, vorgewölbt und am Gipfel kreisbogenförmig abgerundet. — Von oben endigen die löffelförmigen Zangenäste mit zwei stumpfspitzigen konischen Zacken, von welchen die vordere nach vorn, die hintere nach hinten gekrümmt ist; der zwischen ihnen gebliebene Raum ist flach ausgeschnitten und fein gezähnt. — Von hinten sind die unteren  $\frac{3}{4}$  der Äste gleich breit, das oberste Drittel ist erweitert und endigt oben mit dem hinteren, nach unten gebogenen, stumpfkönischen Zahne (in entsprechender Perspektive); der innere und der äußere Umriß sind von der Form eines sich nach unten verschmälernden O. — Zerstreute Haare, die am hinteren Umriss eine bedeutende Länge erreichen. — Farbe: grünlich, das Ende bräunlich. — *Analsegment*: von der Seite 0.60 mm hoch, an der Basis am breitesten, d. i. 0.15 mm, dann gegen das Ende allmählich verschmälert und dortselbst mäßig nach hinten gebogen; zerstreute Behaarung, grünliche Farbe, das Ende bräunlich.

♀ *Körperende*. — *Analsegment* von oben: an und für sich schmal und lang, verschmälert sich hinter dem Basalteile fast plötzlich in einen gleichlangen, sehr schmalen, am Ende abgerundeten Schnabel. — Von der Seite beträgt die Länge 1.60 mm, die Breite des Basalteiles 0.25 mm; der obere Umriß ist glatt, der Buckel lang, niedrig, der Grat des Schnabels eingebogen, das Ende desselben oben mäßig aufgetrieben; der Schnabel selbst in der Mitte am schmälsten, überhaupt im ganzen sehr schmal, unten eingebogen, Basaleinschnitt sehr flach, kaum bemerkbar. — Dornen: fehlen vollständig. — Haare: der ganze Basalteil zerstreut behaart, einige (cca. 13), längere Haare auf dem Buckel und unter dem Schnabelkiele; die Seiten des Schnabels mit dichten, langen Haaren. — *Anus* ist kurz elliptisch, ringsum ein geschlossener Chitinring mit zweireihigen Drüsenöffnungen und ein Kranz kurzer, kleiner Haare. — *Genitalsegment* oben ausgebogen, 1.30 mm, unten 1.20 mm, vorn gerade, 0.45 mm; der Basalteil

fast dreieckförmig, der Endteil lang, schmal, schnabelförmig ausgezogen. — Eine Reihe von dichten kurzen Dornen unter dem oberen Umriss des Schnabels. — Haare: der Basalteil und die Partie auf dem Schnabel unter den Dornen dicht, lang behaart. — *Äußere Legescheiden*: sind an der Basis breit, werden nach hinten schmaler, am Ende abgerundet und auf dem unteren Umriss leicht ausgerandet; die hintere Partie ist länglich, fein geritzt; sie erreichen kaum das Ende des Genitalsegmentes. — *Äußerer Legestachel* ist geradachsig, dolchförmig, nach hinten allmählich verschmälert, das Ende weich, kurz zungenförmig, der Körper ist nur leicht chitiniert, dünn, fein geritzt, die Leiste schmal, quer von unten nach oben zum Ende zielend, hier nach unten bogenförmig gebogen. — *Innerer Legestachel* ist lang messerförmig, die obere Seite (Schärfe des Messers) ist verstärkt und stark chitiniert, das Ende fein, dünn zungenförmig, oben und unten ein wenig ausgerandet. — *Farbe* der Endsegmente grünlich, verschwommen sienabraun gefleckt oder umgekehrt.

*Körpergröße* 3—4.50 mm, also eine der größten.

*Nährpflanze*: *Alnus glutinosa*, G a e r t.

*Lebensweise*: sie überwintert im Eizustande, die Larven kommen im Frühjahr, sobald die Erlen zu sprossen beginnen, zum Vorschein und sitzen auf den jungen Trieben in den Achseln der Blätter; Imagines in Juni und Juli, je nach der herrschenden Witterung, und geogr. Lage, immer aber um 14 Tage früher als *Psylla Foersteri* F l o r., mit welcher sie immer in ständiger Gesellschaft vorkommt; nach einigen (6—7) Wochen Kopula und Eierlegen, im Oktober sterben bald sowohl alle ♀♀ wie auch ♂♂ vollständig aus.

*Larven*: sind zum erstenmale von Degeer 1773 beschrieben worden, dann sind sie noch von L o e w 1876 und von N a s s o n o v 1901 beschrieben und abgebildet worden; sie sind sehr charakteristisch dadurch, daß sie mit Klumpen fadenförmiger Wachsmaterie, die aus besonderen von N a s s o n o v histologisch untersuchten Drüsen ausgeschieden wird, bedeckt sind (Drüsenfelder auf dem Körperende); die von L o e w als *alni*-Larve 1876 bezeichnete Abbildung ist keine *alni*, sondern *Ps. foersteri* F l o r.-Larve, was sicher nur durch Verwechslung geschehen konnte, da die wörtliche Beschreibung der Larve vollkommen auf *Ps. alni* L. paßt.

*Geogr. Verbreitung*: ganze Europa. — Sie ist überall, immer in großer Zahl zu finden.

*Bemerkung*. *Psylla alni* L. kommt in den verschiedensten Färbungen vor, die sich ungezwungen in vier farbige Varietäten zerlegen lassen wie folgt:

1. *var. typica mihi*: in Bezug auf die Farbe des Vorderflügels bildet sie den eben beschriebenen Typus; sie ist am zahlreichsten.

2. *var. lutea mihi*: auf den Flügeln sind C + Sc und dann A ockergelb oder graugelb, die grüne Farbe kommt nur als Wisch auf dem Basalknoten

der  $C + Sc$  vor; der übrige Körper wie bei *typica miki* gefärbt; sie kommt auch mit dieser immer und überall gemeinschaftlich vor.

3. *var. Heydeni*, Foerster 1848, von dem Autor als selbständige sp. beschrieben; Flügeladern dieser Form sind rot-braun, die Rippen sepiabrun,  $C + Sc$  ist olivgrün bis braun,  $R + M + Cu$  gelb, mit olivgrünen Wischen. Grundfarbe des Kopfes und des Thoraxes hellgelb, die Zeichnung prachtvoll karminrot, sepiabrun schattiert, Sternite gelbbraun, karminrot gefleckt, Tergite des Abdomens braun, karminrot angeflogen, ihr schmaler Hinterrand hell karminrot, Abdominalventrite und Sternite tiefschwarz; Verbindungsmembran hell karminrot. — Ihr Vorkommen ist sehr spärlich; ich selbst habe sie niemals gesammelt. — Diese Beschreibung ist nach den Typen Foerster's aus Frankfurt-Wiesbaden, jetzt coll. K. k. Hofmuseum in Wien angefertigt.

4. *v. fuscobrunnea miki*: Grundfarbe gelbbraun, Rippen braun; außerdem sind die Proximalhälfte der  $R + M + Cu$  und der Proximalteil der  $C + Sc$  tiefbraun; die grüne Farbe fehlt auf dem Flügel vollständig. — Die Adern des Hinterflügels sind gelblich. — Grundfarbe des Körpers gelbbraun, die Zeichnung sepiabrun, öfters mit violetter Anflüge.

Von dieser Varietät habe ich eine Anzahl von Individuen auf einer Erlengruppe im Groß-Aupatale unweit von Petzer im Riesengebirge den 18. VII. 1897 gefunden; dieselbe Type fand ich in einigen Exemplaren des Zool. Museum's in Helsingfors (undeterminierte Materialien) signiert: loc. Helsingfors, leg. J. Sahlgberg.

*Literarisches.* Die kurze Originalbeschreibung Linné's ist durch die Beobachtungen von Degeer und Loew 76 ergänzt worden; eine sehr interessante Erscheinung ist entschieden die von Foerster als selbständige sp. beschriebene *v. Heydeni*; die übrigen Arbeiten katalogisieren oder erwähnen nur neue Fundorte, aus denen die allgemeine Verbreitung in ganz Europa ersichtlich ist.

#### Literatur und Synonymie.

<i>alni</i> ( <i>Chermes</i> )	Linné S. N. V., p. 524. 10.
„ „	Linné S. N., Fn. Sv. I. No. 1008, 1761.
„ „	Scopoli, Ent. Carn. 1763.
„ „	Degeer, G. d. Ins., 1773.
„ „	Zetterstedt, Fauna Ins. Lapp., 1828.
„ „	Zetterstedt, Ins. Lapp., 1840.
„ ( <i>Psylla</i> ),	Burmeister, Handbuch, 1832.
„ ( <i>Chermes</i> ),	Fabricius, Rhynchota.
„ ( <i>Clethropsylla</i> ),	Amyot, Ann. Soc. Fr., 1847.
„ ( <i>Psylla</i> ),	Foerster, Psylloden, 1848.
<i>heydeni</i> ,	Foerster, eodem.
<i>fuscinervis</i> ,	Foerster, eodem.
<i>alni</i> ( <i>Psylla</i> )	Flor, Rhynchota Livlands, 1861.
„	Meyer-Duer, Psylloden, Schaffhausen, 1871.
„	Scott J., Brit. Psyllidae, London 1876.

<i>alni</i> ( <i>Psylla</i> )	Puton A. Catalog, Caen.
.. ..	Loew F., Biologie d. Psyll., Vr. d. k. k. z. b. Ges. Wien 1876.
.. ..	Loew F., Revision d. Psyll., eodem, 1882.
.. ..	Loew F., Beiträge z. Kenn. d. Jugendstadien d. Psyll., eodem, 1884.
.. ..	Loew F., Übersicht d. Ps. v. Oest.-Ung., eodem, 1887.
.. ..	Loew F., Katalog d. Psyll. W. ent. Ztg., 1882.
.. ..	Horváth G., A magyarországi psyllidákról. Budapest. 1885.
.. ..	Lethierry, Hém. d. N., Lille.
.. ..	Duda, Cat. fn. boh. Praeae, 1892.
.. ..	Carpentier-Dubois, Mat. f. l. f. d. Hém. d. L'Oise, Amiens, 1892.
.. ..	Nassonov, Kurs ent., Varšava, 1901.
.. ..	Edwards, Hom. Brit. Isl., London, 1896.
.. ..	Ošanin B., Verzeichnis, Petersburg, 1907.
.. ..	Šulc, Revise Psyll sbírky Dudovy, Praeae, Acta Soc. boh., 1903.
.. ..	Úvod to studia druhù rodu Psylla pal. oblasti u. s. w. Acta R. Soc. Sc. Boh., Praeae, 1910.

## 6. *Psylla foersteri*, Flor 1861.

(Tab. VI.)

*Kopf*. — *Scheitel* 0.60 mm breit, 0.20 mm in der Mittellinie lang, hinten gleichmäßig ausgerandet, die Vorderecken breit abgerundet. — *Fühler* 3.00 mm lang. — *Stirnkegel* nur 0.13 mm lang, von breiter Basis rasch verschmälert, am Gipfel abgerundet, dicht behaart. — *Färbung*: Grundfarbe hell ockergelb oder aquamaringrün, die Zeichnung mehr oder weniger gesättigt grün, ockergelb, begrenzt oder zusammenfließend, entweder entwickelt oder nur angedeutet; Fühler in der distalen Hälfte bräunlich, die Stirnkegel mit der Grundfarbe des Scheitels übereinstimmend.

*Thorax* mit dem Kopfe gleichfärbig.

*Vorderflügel*: 4.25 mm lang, 1.50 mm die größte Breite; das Flügelende breit abgerundet, die vordere Hälfte des Flügelbogens hat bedeutend kürzeren Radius als die hintere; Flügelgipfel befindet sich in der Hälfte des *m. cell. Rs*. — *Adern*: *C* + *Sc* gebogen, Stigmalrand beinahe flach, *R* 1 im ganzen Verlaufe mit dem Stigmalrande in ein ledernes Stigma verschmolzen, er verliert total seine Selbständigkeit; *M*, *M* 1 + 2, *M* 3 + 4 genügend lang, flach bogenförmig; *Cu* 1 kreisbogenförmig. — *Färbung* der Adern: *C* + *Sc* und die Adern der inneren Hälfte des Flügels sind hellgrün, mit Ausnahme der *R* + *M* + *Cu*, die stellenweise ockergelb ist; sienabraun sind: der dem Rande anliegende Teil des *Rs*, die ganze *M* 1 + 2, *M* 3 + 4 und *Cu* 1, insgesamt mit dem ganzen *margo* vom Anfang des äußeren Drittels des Stigma bis inclusive *A* (mit Ausnahme des proximalen verdickten Teiles derselben, der gelblich gefärbt ist). — Rippen tief schwarz-

braun auf dem ganzen *margo* (mit *Stigma* angefangen), auf der äußeren Hälfte der *Rs*, *M*, auf der ganzen *M* 1 + 2, *M* 3 + 4 und *Cu* 1, die übrigen Adern haben ihre geformten Rippen nicht gefärbt. — *Flügelmembran*: durchsichtig, gelblich, in den äußeren Dritteln der einzelnen Felder ockergelb; diese Färbung tritt bis dicht an die Adern. — Oberflächendornen bedecken alle Felder, überall schmale, gleichbreite dornenlose Streifen freilassend; in der *cell. C* + *Sc* ist die Gruppe im inneren Drittel zerrissen; ad *margo* sind die Gruppen in einzelnen Feldern nicht verschmälert. — Unterflächendornen bedecken die äußere Ecke der *cell. C* + *Sc*, dann die äußere untere Ecke der *cell. Cu* und die vordere Hälfte der *cell. R* 1, in den übrigen Feldern fehlen sie. — Marginaldornen bilden breite, ziemlich hohe Gruppen, die Gruppe in der *cell. Rs* ist am höchsten. — *Stigma* ist, wie gesagt, nicht membranös, sondern undurchsichtig, grünlich, lederförmig, es sind nicht einmal am Anfang etwaige Fensterchen vorhanden.

*Hinterflügel* hat grüne Adern und gelbliches Analfeld.

*Beine* hellgrün, gelb, das Ende des Tarsus und die Krallen braun.

*Abdomen*: Sklerite grün bis schwarzgrün, gelb bis schwarzgelb; die hinteren Ränder der Tergite heller, die Verbindungsmembran gelblich, grünlich.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0.30 mm hoch, 0.35 mm lang, nach hinten und unten gleichmäßig bogenförmig abgegrenzt, zerstreut behaart, an der Basis grünlich, hinten ockergelb. — *Kopulationszange* 0.50 mm hoch, wie bei *alni* L. beschaffen, nur schlanker und das löffelförmige Ende ist hier schmaler. — Von oben ist das Ende länglich und schmal löffelförmig; es endigt mit zwei kurzen konischen Zacken, der Zwischenraum ist glatt ausgerandet, ohne Zähnen. — Von hinten ist die Gestalt wie bei *alni* L., nur das Ende ist schmaler und die Zacke kürzer; der äußere Umriß ist ein längliches O, der innere eine scharfe Ellipse. — Haare sind kurz, zerstreut, am hinteren Umrisse aber besonders lang. — Grünlich, die Zacken braun. — *Analsegment*: gerade, 0.80 mm hoch, gleichmäßig breit, d. i. 0.18 mm, nur das Ende rasch verschmälert, zerstreut lang behaart, grün.

♀ *Körpersegment*. — *Analsegment* von oben: der birnförmige Basalteil wird nach hinten allmählich in einen langen, schmalen Schnabel ausgezogen; von der Seite auf den Präparaten ist er im ganzen 1.85 mm lang, wovon die Hälfte (0.90 mm) auf den 0.25 mm breiten Basalteil kommt, der Rest dann auf den 0.06 mm breiten Schnabel; der obere Umriß des Basalteiles ist ausgebogen, über der Schnabelwurzel eingebogen, der Kiel des Schnabels gerade, aber mit *cca* 26 kleinen Warzen sägeartig besetzt, die hie und da ein Haar tragen; öfter finden wir auf der Warze nur eine Delle (Sitz des abgefallenen Haares), zu der ein Kanal von der trichogenen Zelle in der Hypodermis führt; das Ende des Schnabels ist zugespitzt, die untere Seite ausgebogen, der Einschnitt unter der Schnabelwurzel lang und flach. — Haare: der Basalteil ist zerstreut behaart, unter



dem Kiele des Schnabels sind *cca* 10—11 lange, senkrecht stehende Haare. — Dornen: besetzen die zwei unteren Drittel der Schnabelseite und stehen zu 3—4 in 33 Querreihen; sie sind kurz, klein, spitzig, proximal durch kurze Haare vertreten. — In dem gleichmäßigen Chitin der Schnabelseiten finden wir außerdem noch eigentümliche keilförmige, stärker chitinierte Stücke, die offenbar zur Verstärkung dienen. — *Anus* kurz, ringsum ein geschlossener Ring mit zweireihigen Drüsenöffnungen und ein Kranz kleiner Haare. — *Genitalsegment*: oben 1·30, unten 1·30, vorn 0·35 mm; die hintere Hälfte allmählich lang ausgezogen, am Ende ein scharf zugespitzter Schnabel. — Haare: der Basalteil, der untere Umriß und die untere Hälfte des Schnabels zerstreut, lang behaart; unter dem oberen Umrisse des Schnabels 3—4 längliche Reihen kurzer Haare. — *Äußere Legescheiden* lang, zungenförmig, nach hinten allmählich verschmälert, am Ende abgerundet, vollständig und zwar recht gleichmäßig quer geritzt; sie erreichen das Ende des Analsegmentes. — *Äußerer Legestachel*: der Körper beinahe gerade, der Ober- und Unterleisteil dünner, die Leiste geht durch die Mitte zur oberen Seite des Endstückes, dieses verschmälert, stärker chitiniert, von oben nach unten vorn abgestutzt, ausgerandet, seine Enden sind abgerundet. — *Innerer Legestachel*: lang, messerförmig, „die Schärfe“ verdickt, stark chitiniert, das Ende abgestutzt, ausgerandet, oben ein wenig ausgezogen. — *Farbe* der beiden Endsegmente bei der Basis gelblich, weiter nach hinten sienabraun.

*Körpergröße*: 3·50—4·00 mm.

*Nährpflanze*: *Alnus glutinosa* Gaert.

*Lebensweise*: Es überwintern die im Herbst gelegten Eier; die ersten Larven erscheinen im Frühjahr beim Sprossen der Erlen; Imagines entwickeln sich als das fünfte Stadium vom Juni bis August, je nach der Witterung und geographischen Lage, immer aber um 14 Tage später als *P. alni* L.; einige Wochen nachher Kopula und Eierlegen, nachher sterben noch vor dem Eintritt des Herbstes alle Individuen aus.

*Larven*: sind von Loew beschrieben worden; sie sind mit Klebhaaren bedeckt und nicht wie jene der *Psylla alni* L mit dem Wachsflaume; das Wachs wird nur von den perianalen Wachsdrüsen ausgeschieden in der Form von Bändern, welche die flüssigen Exkremente umhüllen, wodurch ganze wurstförmige Stränge entstehen, die dann abbrechen, ohne daß der Körper besudelt wäre (Cf. *Ps. alni*). Sie leben auf den jungen Trieben und in Achseln der Blätter.

*Geographische Verbreitung*: ganz Europa. — Sie ist überaus häufig, fast auf einer jeden Erle in der Gesellschaft von *Ps. alni* L. zu finden.

*Literarisches*. In älteren Zeiten wurde sie mit *Ps. alni* verwechselt; als selbständige Species hat sie zum erstenmale Flor 61 erkannt und beschrieben; seit der Zeit wurden ihre Synonyma nicht vermehrt; die ausgiebige Beschreibung Flor's wurde noch von Loew 76 ergänzt, der auch das ♀- und ♂-Körperende samt der Larve abbildet. — Die nach-

folgenden Arbeiten zählen nur neue Fundorte auf, deren Summe auf eine weite Verbreitung in ganz Europa zeigt (cf. *alni*).

#### Literatur und Synonymie.

<i>alni</i> ,	Foerster, Psylloden, 1848.
<i>foersteri</i> ,	Flor, Rhynchota Livlands, 1861.
„	Meyer-Duer, Psylloden, Schaffhausen, 1871.
„	Scott J., Brit. Psyllidae, London, 1876.
„	Scott J., Synon. Brit. Psyll., Ent. M. Mag., 1882.
„	Loew, Biologie etc., Verh. d. k. k. z. b. Ges. Wien, 1876.
„	Loew, Übersicht, ibidem, 1887.
„	Loew, Jugendstadien d. Ps., ibidem, 1884.
„	Loew, Katalog d. pal. Ps., Wiener ent. Ztg., 1882.
„	Lethierry, Hém. d. Nord., Lille, 1874.
„	Horváth G., A mag. Psyll. Budapest, 1885.
„	Puton, Catalogue, Caën, 1899.
„	Duda, Cat. faun. bohém. Pragae, 1892.
„	Carpentier-Dubois, Faune de L'Oise. Amiens, 1892.
„	Edwards, Homopt. Brit. Isl., London, 1896.
„	Ošanin B., Verzeichnis, Petersburg, 1907.
„	Šulc K., Revise Psyll sbírky Dudovy, Soc. Ent. boh., Pragae, 1905.
„	Šulc K., Úvod do stud. r. Psylla etc. Ac. Reg. Sc. Soc. Boh., Pragae 1910.

#### 7. *Psylla betulae*, Linné.

(Tab. VII.)

*Kopf*. — *Scheitel* 0.50 mm breit, 0.20 mm lang, die Vorderecken breit abgerundet. — *Fühler* 2 mm lang, sie reichen bis zur Hälfte des Hinterleibes. — *Stirnkegel* 0.20 mm lang, allmählich von breiter Basis zum abgerundeten Gipfel verschmälert, wenig divergierend, wenig nach unten geneigt, dicht behaart. — *Färbung*: die Grundfarbe ist hellgelb, hellgrünlich, grünlichgelb, aber auch hellrotbraun; die Zeichnung ockerrot-, sepiabraun oder nur karminrot; Stirnkegel selten auf der Basis und unter dem Gipfel bräunlich, sonst wie der Grund gefärbt.

*Thorax*: gleich dem Kopfe gefärbt.

*Vorderflügel*: Länge 3.00 mm, die größte Breite 1.50 mm; das Ende gleichmäßig abgerundet, die vordere und hintere Hälfte des Flügelendbogens gleich gebogen, der Flügelgipfel in dem *m. cell. Rs*, nahe der Insertion der *M 1 + 2*. — *Flügeladern*: *C + Sc* und der Stigmalrand gleichmäßig gebogen; nur das erste  $\frac{1}{6}$  des *R 1* pflegt entwickelt zu sein, dann verschwindet die Ader vollständig, indem sie mit dem derben, lederartigen Stigma vollkommen zusammenschmilzt; *Rs* hat eine fast gerade, mit der Flügelachse parallel verlaufende Richtung, das mittlere Drittel ist nach vorn ausgebogen; *M* fast gleichmäßig gebogen, mittellang, *M 1 + 2*, *M 3 + 4* länger, leicht gebogen; *Cu 1* kreisbogenförmig. — *Färbung der Adern*: hell gelblichgrün bis auf den Rand von der Insertion *Rs* bis zur *A* und die

Endteile der *Rs*, *M* 1 + 2, *M* 3 + 4, *Cu* 1, *Cu* 2 und *A*, die hell rotbraun sind. — Die Rippen sind nicht besonders gefärbt. — *Flügelmembran*: ist wasserhell oder bei den dunkler gefärbten Exemplaren gleichmäßig gelblich. — *Oberflächedornen*: zwar in allen Feldern vorhanden, aber nicht gleichmäßig entwickelt: in der *cell. C* + *Sc* nur eine elliptische unbedeutende zentrale Gruppe, in der *cell. R* 1 reichen die Dornen nur bis zum innersten Viertel, die Gruppe verschmälert sich allmählich proximalwärts, in der *cell. Rs* finden wir eine bedeutende Schmälerung über dem Gipfel der *M*; in der *cell. M* ist des Umriß der Gruppe mit jenem der Zelle übereinstimmend, sie endigt aber schon über der Hälfte der Länge des *Cu*; *cell. M* 1 + 2, *Cu* 1 sind gleichmäßig mit Dornen bedeckt, bis auf die dornenlosen Streifen, die auch in allen übrigen Zellen vorhanden sind; die Gruppen gehen in einzelnen Zellen bis dicht an die Ränder und werden dortselbst nicht schmaler. — *Unterflächedornen* nur in der *cell. R* 1 vorhanden; sie decken sich hier im großen und ganzen mit der Ausbreitung der Oberflächedornen, werden aber doch centripetal etwas schmaler. — Die *Marginalgruppen* reichen bis zu  $\frac{2}{3}$  der Länge der *M* 1 + 2, sind fast so breit wie die Oberflächedornengruppen; sie sind in den *cell. Rs*, *M* 1 + 2, *M* und *Cu* 1 vorhanden. — *Stigma* ist nur lederartig (es sind keine membranösen Fensterchen vorhanden), es wird nach außen gleichmäßig schmaler.

*Hinterflügel*: hat gelbliche Adern, sonst gewöhnlich beschaffen.

*Beine* schmutzig gelblich, einzelne Teile bräunlich.

*Hinterleib*: Sklerite hellgelb, hellgrün, olivgrün, bis sepiabraun; die hinteren, schmalen Tergitränder gelbrot oder karminrot, Verbindungsmembran grünlich, gelb oder karminrot.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0.28 mm hoch und 0.30 mm lang, nach hinten und unten abgerundet, zerstreut behaart, hellgelb oder siena-braun. — *Kopulationszange* von der Seite 0.36 mm hoch, von derselben Form wie bei *alni* L., nur sind die Zacken kurz konisch und die Ausrandung zwischen ihnen fein gekerbt; hellbräunlich, das Ende dunkler. — *Analsegment* 0.45 mm hoch, 0.10 mm breit, gerade, nur das oberste Drittel verschmälert.

♀ *Körperende*. — *Analsegment*: der Basalteil länglich keilförmig, geht in der Mitte der Länge, in dem er gleichmäßig schmaler wird, in einen fast gleich langen, überall gleich schmalen Schnabel über, dessen Ende abgerundet ist. — Von der Seite beträgt die Länge 0.13 mm, die Breite des Basalteiles 0.20 mm; sonst ist alles wie bei *alni* beschaffen. — *Genitalsegment* oben 0.90, unten 0.85, vorn 0.25 mm, sonst alles wie bei *alni* L. — *Äußere Legescheiden*, *äußerer* und *innerer Legestachel* ganz wie bei *alni* L. beschaffen.

*Körpergröße* 2—3.50 mm.

*Nährpflanze*: *Betula alba* (?) (F l o r).

*Lebensweise* unbekannt.

*Larven*: sind unbeschrieben.

*Vorkommen:* selten.

*Geographische Verbreitung:* Rußland (Livonia, Lapponia); Scandinavia; Britannia; Lothringia (*Betula verrucosa*); Helvetia (Alpen).

*Literarisches.* — Die erste sehr genaue Beschreibung stammt von Flor 61, der die Exemplare in großer Zahl auf den Birken bei Dorpat gesammelt hat; er bezeichnet als Autoren Linné 1761 Fn. sv., dessen Diagnose jedoch sehr bemessen ist. — Seit Flor wurden unsere morphologischen Kenntnisse über diese Art nicht bereichert und alle Publikationen, die sich auf sie beziehen, katalogisieren nur neue Fundorte, aus denen erhellt, daß ihre Heimat die Alpen und Nordeuropa ist. — Die Meinung der Autoren, daß hierher *Chermes Zetterstedti* Thomson 1878 gehört ist fraglich.

*Ps. betula* L. steht am nächsten der *Ps. alni* L., deren Schwesterpezies sie vorstellt.

#### Literatur und Synonymie.

<i>betulae</i> ( <i>Chermes</i> ),	Linné, Fauna sv., 1761.
„	Fabricius, Syst. Rhyng.
„ ( <i>Psylla</i> ),	Flor, Rhynchoten Livlands, Dorpat, 1861.
? <i>Zetterstedti</i> ( <i>Chermes</i> )	Thomson, Op. ent., 1878.
<i>betulae</i> ( <i>Psylla</i> ),	Reuter, Till kändedomen om. sverg. Ps., Stockholm, Ent. Tidskr., 1881.
„	Loew, Revis. d. pal. Psyll., Verh. d. k. k. z. b. Ges., Wien 1882.
„	Loew, Katalog d. Psyll. Wiener ent. Ztg., 1882.
„	Scott, The Brit. Psyll. in the Synonymy, Ent. M. Mag., 1882.
„	Edwards, Hem. Hom. Brit. Islands, London, 1896.
„	Puton, Catalog, 1899.
„	Ošanin, Verzeichnis etc., Petersburg, 1907.
„	Šulc, Úvod do stud. rodu <i>Psylla</i> etc. Acta R. Soc. Sc. Boh., Pragae, 1910.

#### 8. *Psylla buxi*, Linné.

(Tab. VIII.)

*Kopf.* — *Scheitel* 0.55 mm breit, 0.20 mm lang, die Vorderecken verschmälert, nach unten geneigt und behaart. — *Fühler* 1.30 mm lang. *Stirnkegel* 0.20 mm lang, stattlich, von breiter Basis zum stumpfen, breit abgerundeten Gipfel allmählich verschmälert, leicht nach unten geneigt, dicht behaart. — *Färbung:* ist sehr variabel: der Grund ist hellgrün, hellgelb, die Zeichnung fehlt entweder oder ist ausgedehnt, entwickelt, gelb, gelbbraunlich bis schwarzbraun; zwischen diesen Extremen sind alle möglichen Übergänge, doch pflegen die ♀♀ heller und weniger gezeichnet zu sein, die ♂♂ dagegen sind gezeichnet bis schwarzbraun.

*Thorax* ist gleich dem Kopfe gefärbt.

*Vorderflügel* 3·20 mm lang, 1·30 mm breit, das Ende abgerundet, jedoch ziemlich plötzlich gekrümmt, der Flügelgipfel in der Insertion Rs, die hintere Hälfte des Flügelendbogens mehr gekrümmt, die vordere flacher. — *Adern*: *C* + *Sc* gleichmäßig gebogen, *R* 1 verschmilzt mit dem Stigmalrande vollkommen in eine einzige Ader *m. stigm.* + *R* 1, *Rs* mit dem Stigmalrande parallel verlaufend, sein Ende vor der Insertion der *M* 1 + 2; *M* bogenförmig, kurz, *M* 1 + 2, *M* 3 + 4 lang, leicht bogenförmig; *Cu* 1 lang, die innere Hälfte fast kreisbogenförmig, die äußere gerade. — Färbung der Adern: ungleichmäßig, hellgelb, sienabraun oder grünlich, manchmal sind einzelne Teile der Adern gelblich, die übrigen grün; die Rippen sind geformt, mit den Adern gleichfarbig. — *Flügelmembran*: lederartig, gelblich oder grünlich. — *Membrandornen*: Oberflächendornen bedecken gleichmäßig alle Felder bis auf die *cell. C* + *Sc*, wo nur das äußerste Drittel von ihnen eingenommen wird; es sind überall genügend breite, gleichmäßige dornenlose Streifen vorhanden; die Gruppen reichen in den Randfeldern bis zum Rande und werden da nicht schmaler; die Dornen stehen in Quadraten und ihre Größe ist bedeutend. — Die Unterflächendornen dagegen sind sehr klein; sie stehen auch in Quadraten, bedecken alle Felder, und ihre Andehnung deckt sich mit jener der Oberflächendornen bis auf ein schmales, vorderes, äußeres Segment in der *cell. R* 1, wo sie fehlen. — *Marginalgruppen*: sind in den *cell. Rs*, *M* 1 + 2, *M* und *Cu* 1 vorhanden, sie erreichen die Hälfte der Höhe der *M* 1 + 2 und sind ein wenig schmaler, als die über ihnen liegenden Oberflächendornengruppen. — *Stigma* stellt eine schmale, derbe, lederartige Ader, die durch Verschmelzen des *m. stigm.* + *R* 1 entstanden ist; eine Membran in ihm fehlt vollständig.

*Hinterflügel* von gewöhnlicher Form, die Adern sind gelbgrünlich, *cell. A* sienabraun angehaucht.

*Beine* grünlichgelb.

*Abdomen*: Sklerite und Verbindungsmembran gelblich, grünlich bis sienabraun.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0·25 mm hoch und 0·35 mm lang, nach hinten und unten gleichmäßig bogenförmig, hellgrün, hellsienabraun, zerstreut behaart. — *Kopulationszange* von der Seite 0·35 mm hoch, gerade an der Basis am schmalsten, in der oberen Hälfte mäßig breiter werdend, das Ende wiederum etwas verschmälert und breit abgerundet. — Von oben sind die Äste sehr breit, hinten abgerundet, lappenförmig erweitert, vorn in eine wurmartige S-förmige Zacke, die an der Basis am breitesten gegen das Ende verschmälert wird, ausgezogen. — Von hinten sind die Äste fast im ganzen Verlaufe gleich breit, der äußere und innere Umriß sind parallel verlaufend und O-förmig, das Ende hinten breit lappenförmig erweitert und abgerundet, vorn in die schon beschriebene Zacke auslaufend. — Grünlich, gelblich, die Zacke braun. — Lange, zerstreute Behaarung, die namentlich am vorderen und hinteren Rande lang ist. —

*Analsegment* 0.55 mm hoch, gegen das Ende allmählich schmaler werdend; grünlich, gelblich, gleichmäßig zerstreut behaart.

♀ *Körperende*. — *Analsegment* von oben länglich keilförmig, ad, mählich scharf ausgezogen. — Von der Seite 1.30 mm lang, die Breite des Basalteiles 0.24 mm; der Kiel ist unter dem Anus mäßig eingebogen, der Buckel länglich, flach, bis über den Schnabel ziehend, das Ende oben gerade scharf, von unten nach oben abgerundet; der Schnabel allmählich, lang ausgezogen, in seiner hinteren Hälfte mäßig nach oben gebogen, unten lang leicht ausgeschweift. — Dornen sind von besonders typischer Form: breit, flach, relativ kurz elliptisch, am Ende breit abgerundet, dicht, zu 3—5 in 70—80 Querreihen, aneinander stehend und die untere Hälfte der Schnabelseite einnehmend. — Haare auf dem Basalteile zerstreut, lang, über den Dornen *cca* 18 kurze borstenförmige Haare. — *Anus* 0.40 mm lang, ringsum ein geschlossener Chitinring mit zweireihigen Drüsenöffnungen und ein Kranz kleiner Haare. — *Genitalsegment* oben 0.90 mm, in der Mitte ausgebogen, über dem Schnabel eingebogen, unten 0.90 mm, mit kaum merklichem Buckel, vorn 0.40 mm, ausgebogen, der Schnabel allmählich lang ausgezogen, nach oben gebogen, scharf zugespitzt; unter seinem oberen Rande eine gleich beschaffene Reihe von Dornen, wie sie auf dem Analsegment beschrieben wurde, gleichfalls mit einer Reihe borstenförmiger Haare unter der tiefsten Reihe; der Basalteil und der untere Umriß zerstreut lang behaart. — *Äußere Legescheiden* überragen das Ende des Genitalsegmentes, sie sind nach hinten von oben und von unten gleichmäßig verschmälert, am Ende abgerundet, auf der distalen Hälfte länglich, auf der proximalen schuppenförmig geritzt. — *Äußerer Legestachel* länglich, der Körper ist verhältnismäßig schmal, der Oberleisteil fein karriert, der Unterleisteil fein geritzt, die breite Leiste mit einem feinen Leistchen zum oberen Umriß des Endstückes ziehend; das letztere allmählich verschmälert, stark chitinisiert, am Ende breit abgerundet, im ganzen nach oben gebogen, keine Zähne, keine Einschnitte enthaltend. — *Innere Legestachel* lang dreieckbeilförmig, die distale Hälfte nach oben ausgebogen, das Ende abgestutzt, unten eine schmale Leiste, ein kleiner Nabel. — *Färbung* der Endsegmente grünlich, gelblich, die Enden sienabraun.

*Körpergröße* 3—4 mm.

*Nahrungspflanze*: *Buxus sempervirens*.

*Lebensweise*: die Larven überwintern und zwar hinter den Schuppen der nächstjährigen Sprossen; im Frühjahr kriechen sie aus ihren Schlupfwinkeln heraus und besetzen die jungen Triebe; Imagines erscheinen im Mai und Juni, nach einigen Wochen Kopula und Eierlegen (Réaumur, Loew).

*Larven* sind von Loew beschrieben worden; sie sondern Wachsfäden aus, aus welchen Drüsen, ist unbekannt.

*Vorkommen*: überall und häufig.

*Geographische Verbreitung:* ganzes Europa.

*Literarisches.* Als autor dieser Art wird Linné angegeben. Réaumur schildert uns ihre Lebensweise sehr eingehend und erläutert seine Schilderung durch Bilder. Die morphologische Beschreibung wurde von Loew 80 und Scott 76 ergänzt, von dem vorletzten unter Hinzufügung einiger bionomischer Daten; der Rest der Arbeiten katalogisiert nur neue Fundorte, deren Zusammenfassung auf die Verbreitung im ganzen Europa hindeutet. — *Ps. buxi* L. hat keine Synonyma, eigentlich ein Paradoxum unter den Psylloden; die Ursache davon ist wohl in ihrer sehr typischen Form und zweitens eher in dem Umstande zu suchen, daß sich auf *Buxus* keine andere Psyllode mehr entwickelt — es wurde ja immer mehr nach der Nährpflanze als nach den Merkmalen des Tieres bestimmt. — In dem Systeme ist sie den *Ps. alni*, *foersteri*, *betulae*, *alpina* und *colorata* nahe anzureihen; es ist höchst merkwürdig, daß sie auch die engsten Beziehungen zur *Rhinocola aceris* hat, was kaum auf die Konvergenz der Charaktere zurückzuführen ist, wenn wir auch in Erwägung ziehen wollen, daß *Ps. buxi* L. auch die einzige *Psylla* ist, bei der wie bei *Rhinocola* die Larven überwintern; wir hätten also in *Ps. buxi* ein Bindeglied zwischen zwei Genera nämlich *Rhinocola* und *Psylla*.

#### Literatur und Synonymie.

- buxi* (*Chermes*), Linné S. N.  
 „ „ Réaumur, Mémoire, 1737.  
 „ „ Foerster, Psylloden, 1848.  
 „ „ Meyer-Duer, Psylloden, 1871.  
 „ „ Scott J., Monogr. Brit. Psyll., London, 1876.  
 „ „ Scott J., Synonymy Brit. Psyll., Ent. M. Mag., 1882.  
 „ „ Thomson, Opusc. ent., 1878.  
 „ „ Loew F., Beitr. z. Biol. etc., Verh. d. z. b. Ges. Wien, 1881.  
 „ „ Loew F., Revision, ibidem, 1882.  
 „ „ Loew F., Jugendstadien d. Psyll., ibidem, 1884.  
 „ „ Loew F., Übersicht d. Psyll. von Öst.-Ung., ibidem, 87.  
 „ „ Loew F., Katalog d. Psylloden, W. ent. Ztg., 1882.  
 „ „ Horváth G., A mag. Psyllidákról, Budapest, 1885.  
 „ „ Iethierry, Hémipt. d. Nord. Lille, 1890.  
 „ „ Duda, Katalogus, Pragae, 1892.  
 „ „ Šulc, Revise sb. Dudovy Act. Soc. Ent. Boh., Pragae, 1905.  
 „ „ Edwards E., Hompt. Brit. Islands, London, 1896  
 „ „ Putois, Catalogue, Caën, 1899.  
 „ „ Ošanin B., Verzeichnis, Petersburg, 1907.  
 „ „ Šulc, Úvod do studia r. Psylla etc., Pragae, 1910.

#### 9: *Psylla fusca*, Zetterstedt 1828.

(Tab. IX.)

*Kopf.* — *Scheitel* 0.60 mm breit, 0.25 mm lang, die Vorderecken breit abgerundet. — *Fühler* 1.50 mm lang. — *Stirnkegel* 0.30 mm lang,

von breiter Basis zum breit abgerundeten Gipfel allmählich verschmälert, dicht behaart. — *Färbung*: Grund hell gelblich, grünlich gelb- bis rotbräunlich, die Zeichnung hell ockergelb, siena-sepiabraun, rot, rotviolett.

*Thorax* wie der Kopf gefärbt.

*Vorderflügel* 4 mm lang, 1.70 mm die größte Breite; das Ende breit abgerundet, der Gipfel in der Hälfte des *margo cell.*  $M\ 1 + 2$ , die vordere Hälfte des Flügelendbogens mehr gekrümmt als die hintere. — *Adern*:  $C + Sc$  ziemlich flach, *margo stigm.* recht gebogen;  $R\ 1$  vollkommen mit dem Stigmalrande in eine einzige dünne Ader verschmolzen, es ist kein membranöses Stigma;  $Rs$  hat mit der Längsachse des Flügels fast parallelen Verlauf, im ganzen leicht nach vorn gebogen, seine Insertion ist über der Mitte des *marg. cell.*  $M\ 1 + 2$ ;  $M\ 1 + 2$ ,  $M\ 3 + 4$  lang, beide samt der  $M$  leicht gebogen;  $Cu\ 1$  fast kreisbogenförmig. — *Färbung der Adern*: hellbraun, die Rippen braun, aber nur im äußeren Drittel des Flügels, sonst ungefärbt. — *Membran*: wasserhell, fein. — *Dornen*: bedecken alle Felder vollständig bis auf  $C + Sc$ , die in ihrer inneren Hälfte dornenfrei ist; es sind überall gleichmäßige, mittelbreite, dornenlose Streifen vorhanden; zum Rande treten die Gruppen unverschmälert und ohne dornenlose Streifen hinzu, der letztere ist ausnahmsweise nur in der *cell.*  $R\ 1$  entwickelt. — Unterflächendornen bedecken nur die *cell.*  $R\ 1$  in der Ausdehnung der Oberflächendornen, und die äußere Ecke der *cell.*  $C + Sc$ , wo sie jedoch proximalwärts nicht so weit reichen, wie die Oberflächendornen; die Dornen selbst sind klein, spitzig, braun, sie stehen in Quadraten auf 0.02 mm voneinander. — Marginalgruppen sind in *cell.*  $Rs$ ,  $M$ ,  $M\ 1 + 2$ ,  $Cu\ 1$  vorhanden; in den beiden letzteren erreichen sie  $\frac{2}{3}$  der Höhe der Zelle, in den beiden ersteren sind sie recht hoch, länger als  $M\ 1 + 2$ ; alle Gruppen sind recht breit (die beiden ersteren wie die Oberflächendornengruppen, die letzteren etwas schmaler). — Membranöses *Stigma*, wie oben dargetan, nicht vorhanden.

*Hinterflügel* wasserhell, mit grünlichen Adern, öfter mit bräunlich angehäuchtem Analfelde.

*Beine* gewöhnlich gebaut und gefärbt.

*Abdomen*: Sklerite gelblich, grünlich, rötlich, hellbraun bis schwarzbraun, öfter mit Wischen; die schmalen Hinterränder gelbgrün oder rot; dasselbe gilt von den Ventralplatten; die Verbindungsmembran hellgrünlich oder auch dunkelgrün.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0.35 mm hoch und ebenso lang, nach hinten und unten bogenförmig abgegrenzt, zerstreut behaart, der Basalteil schwarzbraun, die hintere Hälfte sienarotbraun. — *Kopulationszange* von der Seite gesehen 0.50 mm hoch, 0.10 mm überall gleich breit, gerade, nur im oberen Drittel ein wenig erweitert, das Ende von vorn nach hinten abgerundet, hinten fast rechtwinklig. — Von oben; der nach vorn mäßig lappenförmig erweiterte Ast endigt hinten mit einer zweizähligen Zacke, deren vorderer Zahn größer und nach vorn gerichtet,



der hintere dagegen kleiner, konischer und nach innen gerichtet ist; der innere Umriß der Zacke ist S-förmig. — Von hinten sind die Zangenäste im ganzen Verlaufe gleichmäßig breit und fast gleich von der Basis zur Mittellinie leicht gebogen; der äußere und der innere Umriß der geschlossenen Zange ist ein nach oben sich verschmälernendes O. — Reiche zerstreute Behaarung, namentlich auf dem vorderen und hinteren Rande. — Bräunlich, auf der Basis heller, zum Ende dunkler. — *Analsegment*: 0.75 mm hoch, schmal, im ganzen Verlaufe gleich breit (0.10 mm), das Ende mäßig nach hinten gebogen, zerstreut behaart, sienagelb, die untere Hälfte bräunlich.

♀ *Körperende*. — *Analsegment* von oben: der recht breite Basalteil wird hinten plötzlich in einen gleich langen stachelartigen Schnabel ausgezogen. — An den Präparaten ist von der Seite die Länge des Basalteiles 0.60 mm, die Breite 0.20 mm, der obere Umriß ist ausgebogen; hinten geht es durch eine plötzliche Verschmälnerung in einen 0.45 mm langen, 0.05 mm in der Mitte breiten (die größte Breite) Schnabel über; der Kiel desselben ist gerade und trägt cca 22 sägeartig angeordnete dreieckförmige dünne scharfe Zähne; zwischen zwei Zähnen ist immer ein gerades Spatium, das mit zwei kleinen Haaren begrenzt ist; das Ende ist durch einen Zahn gebildet. — Lange dichte Haare auf dem Basalteile, auf dem Schnabel eine Reihe kurzer Haare unter der Säge (aber keine langen). — Kurze scharfe Dornen, die in cca 30 Querreihen zu 4—5 stehen, sind nach vorn und oben dirigiert; hinten gehen sie bis zum Ende, vorn werden sie durch kurze Haare vertreten. — *Anus*: 0.20 mm lang, ringsum mit einem Ringe von zweireihigen Drüsenöffnungen und einem Kranz kleiner Haare. — *Genitalsegment* hat den Basalteil oben und unten ausgebogen, 0.60 mm lang und 0.50 mm hoch; er geht durch rasche Verschmälnerung in einen nach hinten allmählich schmaler werdenden, nach oben gebogenen, lang ausgezogenen, scharf zugespitzten, 0.55 mm messenden Schnabel über. — Lange, dichte zerstreute Behaarung auf dem Basalteile, auf der unteren Hälfte des Schnabels und dem unteren Umrisse. — 25 Querreihen zu 2—3 kleinen, scharfspitzigen Dornen auf der oberen Hälfte des Schnabels; diese werden vorn durch kurze Haare vertreten. — *Äußere Legescheiden* überragen noch das Ende des Analsegmentes, sie sind also sehr lang, gerade zungenförmig, das Ende ist verschmälert und abgerundet; sie sind weiter senkrecht geringelt gefurcht, aber unvollständig und unregelmäßig; öfteres Zusammenfließen der Furchen; das vordere, untere Drittel bleibt ungefurcht. — *Äußerer Legestachel*: der Oberleistenteil fein kariert, der Unterleistenteil mäßig chitinisirt, die Leiste zieht sowohl durch die Mitte des Körpers, wie auch des Endstückes, wo sie, allmählich schmaler werdend, vor dem Ende verschwindet; das Endstück ist verschmälert, nach oben gebogen, stärker chitinisirt, das Ende selbst ein wenig erweitert, hinten abgestutzt, oben und unten abgerundet, in der Mitte leicht, lang ausgerandet. — *Innerer Legestachel*: lang messerförmig, die Endhälfte nach oben gebogen (der Umriß ist also oben konvex, unten konkav, beide stark chitinisirt),

das Ende stark chitiniert, abgestutzt und abgerundet. — Die Farbe der Endsegmente ist bräunlich.

Körpergröße ♂ 2.25—2.75, ♀ 3 3.25 mm.

Nährpflanze: *Alnus incana* D. C.

Lebensweise: sie überwintert im Eizustande; die jungen Larven schlüpfen im Frühjahr aus und saugen an den jungen Trieben; Imagines erscheinen im Juni und Juli, kopulieren sich nach etwa 5—6 Wochen, dann Eierlegen und Tod.

Larven: waren schon Loew bekannt, jedoch wird über sie nur: „Wie bei *alni* L.“ bemerkt. — Ich habe dieselben einigemal gesammelt, immer nur auf *Alnus incana* (Nechánice, Aupatal im Riesengebirge, Böhmen, Paskau in Mähren, Michalkowitz in Öst.-Schlesien); sie saßen auf den jüngsten Trieben, gewöhnlich haufenweise wie im Gänsemarsch ca 8—12 eine über der anderen mit feinen Wachsfäden bedeckt, die aus besonderen pygidialen Drüsen ausgeschieden werden, wie bei *alni*, — sie sind jedoch hier gelblich und irisierend, bei *alni* jedoch rein weiß, wodurch sie auf den ersten Blick gut unterschieden werden können; nach Abtragen des nur leicht anhaftenden Sekretes sind die Larven von jenen der *alni* kaum zu unterscheiden.

Vorkommen: selten, aber an den Fundorten reichlich.

Geographische Verbreitung: Scandinavia, Rossia (media: Moskva, leg. Ošanin, Fennia), Austria (Bohemia, Alpengebiet etc.), Hungaria.

Literarisches. *Psylla fusca* Geoffroy 1785 ist ein *Psoccus* (Loew 82). Die erste recht charakteristische Beschreibung haben wir von Zetterstedt 1828; diese wurde durch Flor 61, erweitert obzwar unter dem Namen *perspicillata*, das als Synonymum hinzustellen ist, wie von Reuter begründet wurde. — Die übrigen diese Spezies besprechenden Autoren fügen zu unseren Kenntnissen nur neue Fundorte zu.

#### Literatur und Synonymie.

<i>nec fusca</i> ,	Geoffroy, Ent. paris. Fourcoy, 1785.
<i>fusca</i> ,	Zetterstedt, Fauna ins. Lapp., 1828.
„	Zetterstedt, Ins. Lapp., 1840.
<i>perspicillata</i> ,	Flor, Rhynchota Livlands, Dorpat, 1861.
„	Flor, Zur Kenntnis d. Ps., Moskva, 1861.
<i>fuscula</i> ,	Thomson, Opusc. ent., 1878.
<i>fusca</i> ,	Reuter, Sverig. Psyll. Ent. Tidscr., Stockholm, 1881.
„	Loew, Katalog der Psyll. Wiener ent. Ztg., 1882.
„	Loew, Revision etc., Ver. d. k. k. z. b. Ges., Wien, 1882.
„	Horváth, A magyarországi Psyllidákról, Budapest, 1885.
„	Puton, Katalog, Caën, 1899.
„	Ošanin, Verzeichnis der pal. Psylloden, Petersb., 1907.
„	Sulc K., Úvod do studia rodu Psylla etc., Pragae, 1910.

10. *Psylla alpina*, Foerster 1848.

(Tab. X.)

*Kopf*. — *Scheitel* 0.49 mm breit, 0.20 mm lang die Vorderecken breit abgerundet. — *Fühler* 1 mm lang. — *Stirnkegel* 0.20 mm lang allmählich ausgezogen, massiv, mit stumpf abgerundeter Spitze. — *Färbung*: Grundfarbe grünlich, grüngelb, gelb, gelblichweiß, Zeichnung rötlich, sienabraun bis sepiabraun. Stirnkegel an der Basis dunkel, an der Spitze heller, sonst in der Färbung sehr variabel.

*Thorax* wie der Kopf gefärbt, es überwiegt der dunkle Farbenton.

*Vorderflügel* 3 mm lang, 1 mm die größte Breite; das Edne fast abgerundet, doch die vordere Hälfte des Flügelendbogens um etwas flacher als die hintere, der Flügelgipfel liegt in der Hälfte des *margo cell. Rs*. — *Adern*: *C + Sc* in der Mitte der Länge ziemlich stark gebogen, *R 1* ist seiner ganzen Länge entlang mit dem schmalen lederartigen, membranlosen Stigma verschmolzen; *Rs* fast gerade, in seinem mittleren Drittel mäßig nach vorn ausgebogen; *M* mittellang, sie endigt fast über der Mitte des *margo cell. Cu 1*; *M 1 + 2*, *M 3 + 4* ziemlich lang, leicht gebogen, *Cu 1* in seiner inneren Hälfte kreisbogenförmig, in der distalen fast gerade. — *Färbung*: hellbraun, aber der äußere Rand und die Endteile der auf ihm inserierenden Adern hellrotbraun; die Rippen sind tiefbraun gefärbt, aber nur in der Mitte des Flügels, sonst ungefärbt. — *Flügelmembran* wasserhell, ungefärbt. — *Oberflächendornen* sind in allen Feldern vorhanden, sowie schmale, dornenfreie Streifen den Adern entlang, bis auf *R 1* und *R* in der *cell. Rs*, wo sie dicht an die Adern herantreten; am Rande sind sie nicht verschmälert oder abgestutzt; sie stehen in Quadraten und Trapezen auf 0.02 mm voneinander. — *Unterflächendornen* bedecken den äußeren Teil der *cell. C + Sc* und die vordere Fläche der *cell. R 1*, die nach hinten durch eine von der Insertion des *Rs* zum Stigmalbeginn bezogene Linie abgegrenzt wird. — *Marginalgruppen* sind in den *cell. Rs*, *M 1 + 2*, *M 3 + 4*, *M* und *Cu 1* vorhanden, sie sind schmaler als die Ausbreitung der Oberflächendornen und erreichen cca die Hälfte der Höhe der *M 1 + 2*. — *Stigma* lederartig, schmal und noch gegen das Ende allmählich schmaler werdend, es sind keine membranösen Fensterchen vorhanden, es ist eine vollständige Verschmelzung des *Rs* mit dem Stigmalrande eingetreten.

*Hinterflügel* hat braune Adern und wasserhelle Membran.

*Beine* bräunlich, von gewöhnlicher Form und Färbung.

*Abdomen* hat Sklerite schwarzbraun, der hintere, schmale Saum der Tergite ist sienabraun, bis karminrot; die Verbindungsmembran gelbgrün, aber auch rot.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0.70 mm lang, 0.45 mm hoch, nach hinten und unten bogenförmig abgegrenzt, zerstreut fein behaart, vorn sepiabraun, hinten gelblich. — *Kopulationszange* von der Seite gesehen gerade, 0.35 mm hoch, fast im ganzen Verlaufe 0.10 mm breit, hinten

unten mit einem schmalen, kragenartigen Lappen, der bis zur Hälfte der Höhe reicht, das Ende von vorn nach hinten breit abgerundet. — Von oben: das breite Ende der Zangenäste hat einen elliptischen Umriß und endet an der Berührungsstelle mit zwei sehr kurzen, breit konischen Zähnen; der Zwischenraum ist leicht ausgehöhlt. — Von hinten sind die Äste schmal, überall gleich breit 0.04 mm, der äußere und innere Umriß ist parallel verlaufend und gleichmäßig O-förmig; feine lange zerstreute Behaarung, bräunliche Farbe. — *Analsegment* 0.45 mm hoch, 0.13 mm breit, gerade, das Ende nach hinten ziemlich stark gebogen; gleichmäßige lange, feine, zerstreute Behaarung, hell-sienabraune Farbe.

♀ *Körperende*. — *Analsegment* von oben länglich keilförmig, das Ende von den Seiten länglich abgestutzt und abgerundet; von der Seite an den Präparaten 1.30 mm lang, der Basalteil 0.25 mm breit; der obere Umriß allmählich nach hinten herabfallend, unter dem Anus eingebogen, über dem Anfang des Schnabels ein deutlicher langer Buckel, der Kiel des Schnabels glatt, eingebogen, das Ende ein wenig nach oben gebogen und abgerundet. Unten ist der Schnabel leicht ausgebogen und hat tiefen Basaleinschnitt. — Dichte, feine, lange Behaarung auf dem Basalteile, einige längere und kleinere Haare auf dem Buckel und in seiner Umgebung; unter dem Kiele eine Reihe von cca 10 langen Haaren auf dem Kiele selbst kleine, durchsichtige, scharfe Haare; das ganze Ende behaart. — Dornen besetzen gerade die untere Hälfte der Schnabelseite und gehen noch weiter nach vorn; sie stehen zu 4—5 in cca 48 Querreihen recht dicht aneinander und sind nicht überall von gleicher Form, sondern in der Mitte walzenförmig, mit breit abgerundetem Ende, distal und proximal kegelförmig und zugespitzt. — *Anus* 0.13 mm lang, ringsum ein geschlossener Ring mit zweireihigen Drüsenöffnungen und einem Kranze kleiner Haare. — *Genitalsegment* ist dreieckförmig, vorn 0.45 mm, ausgebogen, oben 0.85 mm, in der Mitte ausgebogen, unten 0.65 mm, in der Mitte ausgebogen. Der Schnabel ist kurz zugespitzt. Dichte, lange, zerstreute Behaarung auf dem Basalteile (vom Buckel bis in die obere, vordere Ecke), unter den Dornen und auf dem unteren Umrisse. — Dornen von analoger Gestalt jener des Analsegmentes, bilden eine nach vorn sich verbreitende Gruppe unter dem unteren Umrisse des Schnabels. — *Äußere Legescheiden* überragen das Ende des Genitalsegmentes, aber erreichen nicht das des Analsegmentes; sie werden nach hinten schmaler, das Ende ist breit abgerundet; an den Seiten eine breite, tiefe, parallele, vertikal verlaufende Furchung, welche die Ränder nicht erreicht. — *Äußerer Legestachel*: der Oberleisteanteil ist fein kariert, der Unterleisteanteil undeutlich geritzt, das Endstück allmählich verschmälert und nach oben S-förmig gebogen, stärker chitiniert, das Ende abgerundet und oben unbeträchtlich seicht ausgeschweift; die breite, stark chitinierte Leiste zieht durch die Mitte des Körpers zum oberen Rande des Endstückes, wo sie mit demselben zusammenfließt. — *Innerer Legestachel* kurz dreieckbeilförmig, der obere Grat ist namentlich

in der Richtung nach vorn stark chitiniert, das Ende abgestutzt, ein kleiner Nabel; eine Leiste am unteren Umrisse. — *Färbung* beider Endsegmente bräunlich.

*Körpergröße*: 2·5—3 mm.

*Nährpflanze*: *Alnus viridis* D. C.

*Lebensweise*: wahrscheinlich überwintert sie im Eizustande; die Larven sitzen auf den jungen Trieben und in den Blattachseln, die Imagines erscheinen im Juli und September (Loew).

*Larven* sind unbeschrieben.

*Vorkommen*: selten.

*Geographische Verbreitung* ist sehr beschränkt, sie ist bekannt nur aus dem Alpengebiete in: Austria inferior, Karinthia, Helvetia und Gallia.

*Literarisches*. Die gänzlich ungenügende Beschreibung Foerster's 48 ist von Flor 61 nach einem ♀ das von ihm auf dem Simplon gefunden wurde, ergänzt worden. — Die Foersterschen Typen sind noch im K. k. Hofmuseum in Wien erhalten, und nach ihnen wurde auch diese Beschreibung angefertigt. *Psylla alpina* hat keine Synonyma, alle vorhandenen Exemplare älterer Autoren, die in den Sammlungen erhalten sind, sind einheitlicher Art und entsprechen der eben angeführten Beschreibung vollkommen. — Sie ist am nächsten den *Ps. fusca* und *alni* anzureihen.

#### Literatur und Synonymie.

- alpina*. Foerster, Übersicht der Psylloden, 1848.
- „ Flor, Zur Kenntnis der Rhynchote, Moskva.
- „ Loew F., Revision der pal. Psylloden, Verh. d. k. k. z. b. Ges. Wien, 1882.
- „ Loew F., Übersicht d. Ps. v. Öst.-Ung., ibidem, 1887.
- „ Loew F., Katalog der pal. Psyll. Wiener ent. Ztg., 1882.
- „ Putoz, Catalog, Caen, 1899.
- „ Ošanin B., Verzeichnis d. pal. Psylloden, St. Petersburg, 1907.
- „ Šulc K., Úvod do studia rodu Psylla etc., Pragae, 1910.

#### 11. *Psylla colorata*, Loew 1888.

(Tab. XI.)

*Kopf*. — *Scheitel* 0·45 mm breit, 0·20 mm in der Mittellinie lang, die Vorderecken breit abgerundet und nach unten geneigt. — *Fühler* 1·80 mm lang, dünn fadenförmig. — *Stirnkegel* nur 0·18 mm lang, von breiter Basis rasch und gleichmäßig verschmälert, der Gipfel breit abgerundet, dichte Behaarung. — *Färbung* des Kopfes: hellgrün mit ocker-gelber abgegrenzter breiter Zeichnung; Stirnkegel hellgrün.

*Thorax*: wie der Kopf hellgrün, mit breiter und abgegrenzter ocker-gelber Zeichnung.

*Vorderflügel* 3·20 mm lang, 1·25 mm breit, das Ende breit abgerundet, die vordere Hälfte des Flügelendbogens ist flacher als die hintere, der

Flügelgipfel in der Mitte des *margo cell. Rs.* — *Adern*: *C + Sc* und *Stigmalarand* mäßig gebogen, *R 1* besteht nicht als selbständige Ader, er ist im ganzen Verlaufe mit dem lederartigen Stigma verschmolzen; *Rs* fast gerade, in dem mittleren Drittel nur schwach nach vorn gebogen; *M*, *M 1 + 2*, *M 3 + 4* mittellang und gleichmäßig gebogen. — Färbung der Adern: hellgelb, die Rippen sind gefornt, aber ungefarbt. — *Flügelmembran* fein, weingelb, das innere Drittel ist heller. — *Oberflächedornen*: in der *cell. C + Sc* eine unregelmäßige, schmale Gruppe, die von der äußeren Ecke ausgeht und in der Mitte der Zelle endigt; die übrigen Felder sind alle ausgefüllt und zwar so, daß sie im äußeren Drittel bis dicht an die Adern herantreten, wogegen in der inneren Hälfte in den *cell. R 1*, *Rs* und *M* proximal schmal anfangende, distal breiter werdende, dornenlose Streife vorhanden sind; die Dornen stehen in der Mitte der *cell. M* in Quadraten und Trapezen, in den übrigen Feldern reihen sie sich eher kettenartig aneinander. — *Unterflächedornen* sind nur in den äußeren zwei Dritteln der *cell. R 1* vorhanden. — Die *Marginalgruppen* sind in den *cell. Rs*, *M*, *M 1 + 2* und *Cu 1* vorhanden, sind schmaler als die *Oberflächedornengruppen* und reichen proximalwärts etwa zur Hälfte der Länge *M 1 + 2*; in der *cell. Rs* sind sie sehr unbedeutend, in den übrigen dichter und größer. — *Stigma*: lederartig, am Anfang ziemlich breit, proximalwärts ziemlich rasch enger werdend, endigt über der Insertion *Cu 1*; es ist keine Spur von membranösen Fensterchen.

*Hinterflügel* von gewöhnlicher Gestalt und Nervatur.

*Beine* hellgrün.

*Abdomen* hellgrün.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* 0.27 mm hoch und ebenso lang, nach hinten und unten gleichmäßig bogenförmig, der Oberrand vor dem Zangenansatz bogenförmig ausgeschnitten, von dem Einschnitt nach vorn zieht sich ein mit dem leistenförmig abstehenden Rande parallel verlaufender Eindruck; gleichmäßig zerstreute Haare, hellgrüne Färbung. — *Kopulationszange*: der einzelne Ast von der Seite 0.31 mm hoch, gerade, überall 0.06 mm gleich breit, das Ende gleichmäßig verschmälert und abgerundet. — Von oben: die Äste verschmälern sich gleichmäßig und endigen mit zwei recht kurzen konischen Zacken, zwischen welchen sich eine seichte halbmondförmige Ausrundung befindet. — Von hinten sind die Zangenäste in den unteren  $\frac{2}{3}$  schmal, im obersten  $\frac{1}{3}$  länglich löffelförmig erweitert; der äußere Umriß ist gleichmäßig O-förmig, der innere ein oben-spindelförmiges, unten scharfes O. — Zerstreute kurze Behaarung, die auf dem hinteren Umriß länger ist. — Hellgrüne, hellgelbe Färbung. *Analsegment* ist 0.40 mm hoch, 0.10 mm breit, gerade, mit schwach nach hinten geneigtem Ende; gleichmäßige zerstreute Behaarung, hellgrüne, hellgelbe Farbe.

♀ *Körperende*. — *Analsegment* von oben schmal, lang ausgezogen, das Ende von den Seiten abgestutzt, und spitzig; von der Seite an

den Präparaten 1.35 mm lang, unter dem Anus leicht eingebogen, über der Schnabelwurzel ein länglicher niedriger Buckel, der Kiel des Schnabels glatt eingebogen, das Ende etwas aufgeblasen, von unten nach oben abgerundet, die untere Seite des Schnabels fast gerade, der Basaleinschnitt lang und seicht; Breite des Basalteiles 0.20 mm. — Behaarung: der ganze Basalteil mit dichten, ziemlich gleichmäßig zerstreuten Haaren besetzt; auf dem Buckel 3—4, unter dem Kiele des Schnabels cca. 6 längere, stärkere Haare; der ganze obere Umriß mit kleinen, hellen Haaren, das Ende beinahe kahl. — Die Dornen vorhanden, sie fangen cca. 0.70 mm vom Ende des Segmentes an, anfangs mehr zerstreut, dann dicht aneinanderstehend, die unteren, vorderen  $\frac{2}{3}$  und das ganze hintere  $\frac{1}{3}$  der Länge einnehmend, und zwar zu 4—6 in cca. 40 Querreihen; die vordersten Dornen sind lang, ausgezogen, dünnspitzig, die hintersten kurzspitzig, warzenförmig, die mittleren etwa von der Mittelform. — Anus kurz, ringsum ein geschlossener Chitinring mit zweireihigen Drüsenöffnungen und ein Kranz kleiner Haare. — *Genitalsegment* ist von der Seite länglich dreieckförmig, nach vorn winklig ausgezogen und 0.45 mm lang, unten leicht ausgebogen und 0.90 mm lang, oben: vorn gerade, hinten eingebogen und gleichfalls im ganzen 0.90 mm lang; der Schnabel allmählich ausgezogen und leicht nach oben gebogen. — Dornen viel länger als die längsten Dornen des Analsegmentes, in den ersten cca. 14 Querreihen von hinten zu 3—5 sind sie recht dicht aneinander stehend, nach vorn ziehend, werden sie mehr und mehr zerstreut; sie besetzen etwa das mittlere Längsdrittel (in vier hinteren Quertünfteln der Länge des Segmentes). — Die Haare sind kurz, besetzen dicht die Fläche unter und vor den Dornen, über den Dornen fehlen sie vollständig. — *Äußere Legescheiden*: überragen das Ende des Genitalsegmentes und erreichen nicht das Ende des Analsegmentes, sie sind lang walzenförmig, nach hinten gleichmäßig verschmälert, das Ende ist abgerundet; eine vollständige Querfurchung der mittleren Partien; vorn und hinten erreichen die Furchen die Ränder nicht. — *Äußerer Legestachel*: langer, breiter Körper, der Oberleistenteil fein kariert, der Unterleistenteil geritzt, die Leiste geht durch die Mitte des Körpers zum oberen Umrisse des Endstückes, dieses nach oben ausgebogen, stark chitiniert, das Ende abgerundet, unten mit einem Zahne. — *Innere Legestachel*: länglich messerförmig, das Enddrittel nach oben ausgebogen, das Ende abgestutzt, abgerundet, ein kleiner Nabel und eine schmale Leiste auf dem unteren Umrisse. — *Farbe* der beiden Endsegmente ist hellgrün.

*Körpergröße*: 2.25—3.50 mm.

*Nährpflanze, Lebensweise und Larven* unbekannt.

*Geographische Verbreitung und Vorkommen*: wahrscheinlich selten, es ist nur eine einzige Fundstelle bekannt, nämlich: Illyria.

*Bemerkung*: diese Beschreibung ist nach den Originaltypen Loew's jetzt im K. k. Nat.-hist. Hofmuseum in Wien angefertigt. — Die Art hat gewisse Beziehungen einerseits zu *melanoneura*, anderseits zu *buxi*, *alpina*

und *alni*, *betulac*, *Foersteri*. — Auf die nähere Morphologie der Larven können wir recht neugierig sein.

#### Literatur und Synonymie.

- colorata*, L o e w F., Übersicht der Psyll. von Öst.-Ung., Verh. d. z. b. Ges. Wien.  
1888.  
P u t o n, Catalog, Caën, 1899.  
O š a n i n, Verzeichnis etc., St. Petersburg, 1907.  
Š u l c K., Úvod do studia rodu Psylla etc. Königl. böhm. Ges. d. Wissen-  
schaften, Prag, 1910.

#### 12. *Psylla hartigii*, F l o r 1861.

(Tab. XII.)

*Kopf*. — *Scheitel* 0.40 mm breit, 0.20 mm in der Mittellinie lang, die Vorderecken ziemlich verschmälert und ein wenig nach unten gebogen. — *Fühler* 1 mm lang. — *Stirnkegel* 0.15 mm lang, gleichmäßig von breiter Basis zum abgerundeten Gipfel verschmälert, dicht behaart. — *Färbung*: Grundfarbe hellgelb, hell sienabraun, auch rot gesprenkelt, gar keine Zeichnung, die vordere Grenze des Scheitels, seine Mittellinie und die Fühlernäpfe braunschwarz, die Stirnkegel hell sienagelb.

*Thorax*: ist hellgelb, gleichmäßig sienabraun, die Zeichnung unbegrenzt, zusammenfließend, dunkel sienabraun oder es fehlt die Zeichnung vollständig.

*Vorderflügel* 1.80 mm lang, 0.70 mm die größte Breite am Anfang des äußeren Drittels; das Flügelerde fast gleichmäßig abgerundet, doch ist seine vordere Hälfte flacher als die hintere; der Flügelpipfel in der Hälfte des Randes der *cell. Rs*. — *Adern*: sind recht stark, *C + Sc* sehr stark, gleichmäßig bogenförmig, der Stigmalrand leicht gebogen, fast gerade; *R 1* mit dem lederartigen Stigma verschmolzen, aber er kann auch selbständig entwickelt sein, dann entstehen in dem Stigma membranöse Fensterchen; *Rs* fast gerade, nur sehr leicht wellenförmig, endigt über der Mitte des Randes der *cell. M 1 + 2*; *M* genügend lang, mäßig bogenförmig, sie endigt in einer Linie, welche die Insertionen der *Rs* und *Cu 1* verbindet; *M 1 + 2*, *M 3 + 4* mittellang; *Cu 1* kreisbogenförmig. — Die Färbung der Adern gleichmäßig sienabraun, die Rippen geformt, hier und da dunkel sienabraun, namentlich auf der *A* und der inneren Hälfte des *Rs*. — *Flügelmembran*: genügend stark, dunkel sienagelb gefärbt, die Mitte der *cell. C + Sc*, *Cu* und der inneren Hälfte der *cell. R 1*, *Rs* und *M* etwas heller. — Dornen: Oberflächendornen bedecken alle Felder vollständig, indem sie bis dicht an die Adern herantreten; es sind keine dornenlosen Streifen und keine Abstutzung der Gruppen gegen den Flügelrand vorhanden; die Dornen stehen auf 0.002—4 mm (also recht dicht) voneinander. — Es sind keine Unterflächendornen bemerkbar. — Marginalgruppen sind



in den *cell. Rs*, *M 1 + 2*, *M* und *Cu 1* entwickelt, sie erreichen etwa die Hälfte der Länge der *M 1 + 2*, sind enger als die Zellen, von elliptischer Form, nicht deutlich hervortretend. — *Stigma* ist ziemlich breit, distalwärts allmählich schmaler werdend, es endigt über der Insertion des *Cu 1*, ist gewöhnlich lederartig und da ist der *Rs* mit ihm vollständig verschmolzen; wenn er selbständig bleibt, was selten vorkommt, dann befinden sich zwischen ihm und dem Vorderrande membranöse Fensterchen.

*Hinterflügel* gewöhnlich, die Adern und *cell. A* sind gelbbraun.

*Beine* gewöhnlich, hellgelbbraun.

*Abdomen*: Die Chitinplatten gelblich, mit braunen Bändern oder auch ganz tiefschwarz mit hellgelben Hinterrändern.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment* ist 0.23 mm hoch und ebenso lang, nach unten und hinten bogenförmig begrenzt, zerstreut behaart, gelbbraun. — *Kopulationszange*: von der Seite 0.23 mm hoch, schmal, von unten nach oben allmählich (obzwar unbedeutend) verschmälert, nach vorn eingebogen, das Ende abgerundet. — Von oben endigen die 0.03 mm schmalen Zangenäste mit zwei kleinen, kegelförmigen Zacken, zwischen welchen sich ein scharfwinkliger Einschnitt befindet. — Von hinten sind die Zangenäste zur Mittellinie eingebogen und von der Basis gegen das Ende allmählich unbedeutend verschmälert, der äußere Umriß ist ein gleichmäßiges *O*, der innere ein unten scharfes *O*; sonst sind beide fast parallel verlaufend. — Gleichmäßige, kurze, dichte Behaarung; die Haare sind auf dem Hinterrande länger. — Gelbbraune Färbung, das Ende ist schwarzbraun. — Die Zange ist im ganzen sehr fein und dünn; infolgedessen unterliegt sie beim Trockenwerden vielen unregelmäßigen Krümmungen, was zu beachten ist. — *Analsegment* 0.30 mm hoch, 0.10 mm breit, das Ende verschmälert, dicht zerstreut behaart, gelbbraun.

♀ *Körperende*. — *Analsegment* von oben länglich keilförmig; das Ende abgerundet; von der Seite an den Präparaten 1 mm lang, unter dem Anus eingebogen, dann ein flacher, länglicher Buckel, der Schnabelkiel glatt, gerade, das Ende aufgeblasen und vollständig abgerundet; der Schnabel schmal, etwas kürzer als die Hälfte der Länge, unten ein wenig eingebogen, der Basaleinschnitt tief. — Haare: der Basalteil, Buckel, Kiel des Schnabels und das Ende dicht, lang behaart; auf dem Buckel und unter dem Schnabelkiele einige längere Haare. — Die Dornen beginnen *cca* 0.33 mm vom Ende und stehen zerstreut zu 2—3 in etwa 25 Querreihen an den Seiten des Schnabels; sie sind konisch, kurzspitzig, gegen das Ende zu werden sie kleiner, vorn sind sie durch Haare vertreten; Breite des Basalteiles 0.17 mm. — *Anus* 0.20 mm lang, ringsum ein geschlossener Ring zweireihiger Drüsenöffnungen und ein Kranz kleiner Haare. — *Genitalsegment* länglich dreieckförmig, vorn gerade, 0.30 mm, unten 0.80 mm, gerade, eher in der Mitte eingebogen, oben 0.85 mm, gerade, das Ende von vorn oben nach unten lang abgestutzt; der Schnabel scharfwinklig, lang ausgezogen. — Die vordere Hälfte des Segmentes zerstreut,

lang behaart, das hintere, untere Viertel mit dichten mittellangen, in drei Reihen stehenden Haaren, das obere hintere Segmentviertel kahl. — Es sind keine Dornen vorhanden. — *Äußere Legescheiden*: lang, flach walzenförmig, nach hinten verschmälert, am Ende abgerundet, unten etwas ausgerandet, in der Endhälfte unregelmäßig quer geritzt. — *Äußerer Legestachel* hat die Hinterhälfte nach unten gebogen, eine sehr breite, oben gerade, unten wellenförmige, stark chitinisierte Leiste, ein schmales Leistchen, das zum oberen Umrisse des Endes zieht; ein schmaler, fein karrierter Oberleistenteil, ein schmaler, fein geritzter Unterleistenteil; das Endstück ist nicht vom Körper abgesetzt, sondern mit diesem im ganzen allmählich distalwärts verschmälert, das Ende abgerundet. — *Innere Legestachel*: genügend breit, dreieckförmig beilförmig, das Ende stumpfspitzig, ein kleiner Nabel, eine schmale Leiste am Unterrande. — *Färbung* der beiden Endsegmente gelbbraun, der Legestachelapparat sienabraun.

*Körpergröße* 2—2.5 mm.

*Nährpflanze*: *Betula alba*.

*Lebensweise*: unbekannt, wir wissen nicht einmal, in welchem Zustande sie überwintert.

*Larven* sind bisher nicht beschrieben worden.

*Vorkommen*: nicht häufig, aber wahrscheinlich überall.

*Geographische Verbreitung*: Austria (Böhmen, Niederösterreich), Germania, Rossia (Livonia, Fennia, Rossia media), Suecia (Skane), Helvetia, Gallia, Britannia.

*Bemerkung*. Die Typen Flor's bezeichnet: Lodenhof, Livonia, *Hartigii* det. Flor (Type), sind in der Sammlung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien aufbewahrt; alle vorhandenen Exemplare entsprechen meiner Beschreibung; wir haben in der *hartigii* eine gute, typische species, die in betreff der Kopulationszange beim ♂ und der Gestalt der Endsegmente beim ♀ am nächsten der *Ps. alni* und *foersteri* steht; näheres können noch die Larven berichten, bis wir sie kennen lernen. — Sie führt nur wenige, resp. zwei Synonyma *syvicola* Lethierry nämlich, noch vom J. 1874 und *venata* Edwards 1896, die als selbständige species nicht haltbar ist und entschieden hierher gehört.

#### Literatur und Synonymie.

- hartigii*, Flor, Rhynchoten Liv., 1861.
- syvicola*, Lethierry, Hémiptères du dép. Nord, Lille, 1874.
- „ Scott, Brit. Psyllidae, Trans. Ent. Soc., 1876.
- „ Reuter, Catal. Psyll. Fenn., 1877.
- hartigii*, Reuter, ibidem.
- „ Thomson, Opuscula entom. P. VIII., 1878.
- „ Loew, Mitteilungen, Verh. d. k. k. z. b. Ges. Wien, 1879.
- „ Loew, Revision, ibidem, 1882.
- „ Loew, Übersicht der Psylloden v. Öst.-Ung., ibidem, 1887.

- hartigii* Loew, Katalog, Wiener ent. Ztg., 1882.  
 „ Scott, Brit. Psyll. (Synonymy) Ent. M. Mag., 1882.  
 „ Reuter, Sveriges Psylloder, Stockholm, 1882.  
 „ Duda, Katalogus, Pragae, 1892.  
 „ Putoň, Catalogue, Caën, 1899.  
 „ Edwards E., Hem. Hom. Brit. Islands, London, 1896.  
*venata*, Edwards E., ibidem.  
*hartigii*, Šulc, Úvod do studia dr. r. Psylla etc., Pragae, 1910.  
 „ Ošanin B., Verzeichnis, Petersburg, 1907.

### 13. *Psylla melanoneura*, Foerster 1848.

(Tab. XIII.)

*Kopf*. — *Scheitel* 0.20 mm lang, 0.40 mm breit, hinten gleichmäßig ausgeschnitten, die Vorderecken verschmälert. — *Fühler* 1 mm lang. — *Stirnkegel*: 0.17 mm, also etwas kürzer als die Mittellinie des Scheitels, bis zur Hälfte der Länge rasch verschmälert, dann dünn, fast walzenförmig, ziemlich spitzig, dicht behaart. — *Färbung*: Grund weißgelb, die Zeichnung rot bis schwarzbraun, recht ausgebreitet; Fühlernäpfe, die Mittellinie, die vordere Grenze des Scheitels und der Stirnkegel rotbraun, die letzteren bisweilen heller.

*Thorax*: Grundfarbe weißgelb, gelblich, die Zeichnung rotbraun, schwarzbraun, ausgedehnt, die dunkle Färbung ist vorherrschend.

*Vorderflügel*: 3.10 mm lang, 1.40 mm die größte Breite und zwar im äußeren Drittel; das Flügelende breit, gleichmäßig abgerundet in beiden Hälften; der Flügelgipfel in der Mitte des *margo cell. Rs*. — *Adern*: *C + Sc* stark, bogenförmig; der feine Stigmalrand fast gerade; *R 1* im ganzen Verlaufe gut entwickelt, selbständig, mäßig wellenförmig, er endigt über dem Anfang des äußeren Viertels *Rs*; *Rs* namentlich in seinem mittleren Drittel nach vorn deutlich gebogen, vor der Insertion nach hinten gebogen, er endigt über der Insertion der *M 1 + 2*; *M* mittellang, *M 1 + 2* *M 3 + 4* mittellang, leicht gebogen, *Cu* proximal kreisbogenförmig, der äußerste Teil fast gerade. — *Färbung der Adern*: hellgelbbraun bis braunschwarz, sehr ungleichmäßig und unregelmäßig; es pflegen gewöhnlich *R + M + Cu* und die innere Hälfte von *R 1*, *Rs* heller zu sein; die Rippen sind bei hellen Adern dunkelbraun, bei dunklen Adern verschwinden sie im gleichnamigen Farbentone. — *Flügelmembran*: fein, gewöhnlich wasserhell, nur sehr selten an der Flügelwurzel und in der Mitte der Zellen der äußeren Flügelhälfte fein angehaucht. — *Dornen*: Oberflächendornen bedecken alle Felder, indem sie den Adern entlang gleichmäßige dornenlose Streifen frei lassen; in der *cell. R 1* sind sie recht schmal, anderswo breiter; die Dornengruppen sind bei dem Flügelrande in den *cell. Rs*, *M*, *M 1 + 2*, und *Cu 1* von den Seiten kurz abgestutzt; die Dornen stehen auf 0.02 mm in Quadraten voneinander. — *Unterflächendornen* sind nur in der inneren Hälfte der *cell. R 1* und in dem äußeren Drittel der Fläche der *cell. C + Sc*

vorhanden, sonst fehlen sie vollständig. — Die Marginalgruppen sind so breit wie die Oberflächedornengruppen, und erreichen etwa die Hälfte der Länge der  $M\ 1 + 2$ ; sie sind in den *cell. Cu\ 1*,  $M$ ,  $M\ 1 + 2$ ,  $Rs$  und  $R\ 1$  vorhanden, in der letzteren bilden sie nur eine recht niedrige, fast halbmondförmige Gruppe. — *Stigma* ist angeraucht, membranös, genügend breit, lang, es endet über dem Anfang des äußeren Viertels des  $Rs$ .

*Hinterflügel* gewöhnlich; die Adern braun, *cell. A* angeraucht.

*Beine* braun bis schwarzbraun.

*Abdomen*: Platten braunschwarz bis schwarz, ihr schmaler Hinterrand und Verbindungsmembran karminrot.

♂ *Körperende*. — *Genitalsegment*: ist von der Seite fast länglich d. i. 0.25 mm lang, und 0.17 mm hoch, nach hinten und unten bogenförmig, zerstreut behaart, braunschwarz. — *Kopulationszange*: von der Seite 0.25 mm hoch, gerade, wenig nach hinten gebogen, hinten unten lappenförmig erweitert, das Ende von beiden Seiten gleichmäßig verschmälert (Umriß eines gothischen Bogens). — Von oben: die ziemlich breiten, vorgewölbten Zangenäste verschmälern sich rasch zur Mittellinie und endigen hier mit einem konischen, kurzen, scharfen nach vorn hakenförmig gekrümmten Zahne. Von hinten an der Basis eine genügend breite, die Hälfte der Zangenhöhe erreichende lappenförmige Erweiterung, in der oberen Hälfte ist die Zange schmal, sie endet mit den schon beschriebenen Zähnen. — Zerstreute Behaarung. — Sienabraune Farbe. — *Bemerkung*: sehr oft, namentlich bei den jüngeren nicht genügend ausgefärbten Individuen entstehen durch Trockenwerden die verschiedensten Verdrehungen der Zange, was zu vielen Irrtümern führen könnte; durch Einbiegen der Spitze kann z. B. das Ende von der Seite gerade abgestutzt erscheinen.

*Analsegment*: 0.25 mm hoch, 0.10 mm breit, das Ende nach hinten gebogen, zerstreut behaart, schwarzbraun.

♀ *Körperende*. — *Analsegment* von oben länglich keilförmig, das Ende von den Seiten abgestutzt und spitzig. — Von der Seite an den Präparaten 0.85 mm lang, der Basalteil 0.15 mm breit; unter dem Anus eingebogen, der Buckel niedrig, lang, der glatte Schnabelkiel eingebogen, das Ende hinten oben scharfwinklig zugespitzt, unten und hinten abgerundet; der Schnabel etwas kürzer als die Hälfte der Länge, genügend breit, unten gerade, der Basaleinschnitt kurz und seicht. — Der Basalteil kurz zerstreut behaart, einige spärliche, längere Haare, die dann in einer Reihe unter dem Schnabelkiele auf diesen zu, sich fortsetzen; der obere Umriß und das Ende mit vielen, kleinen Haaren. — Dornen sind recht kennzeichnend, nämlich lang walzenförmig mit breit abgerundetem Ende, in der ganzen Länge gleich breit; sie fangen ca. 0.35 mm von dem Ende an, und stehen zu 3—7 in ca. 30—33 Querreihen auf den zwei länglichen unteren Dritteln des Schnabels; ganz am Anfang sind sie länger, die hintersten sind kürzer und spärlicher. — *Genitalsegment* ist von der Seite dreieckförmig, vorn 0.35 mm, oben 0.65 mm, fast gerade, unten 0.55 mm, länglich

ausgebogen, die Spitze ziemlich spitzig ausgezogen, nach oben gebogen. — Eine größere Anzahl von Dornen, die von derselben Gestalt sind, wie jene des Analsegmentes; zieht von der Spitze, wo sie dicht zu 2—3 in Querreihen steht, nach vorn bis beinahe zum Vorderrande; hier werden sie zerstreuter und stehen zu 4—5 in der Querrichtung. — Einige spärliche Haare über den Dornen und einige unter denselben. — *Äußere Legescheiden*: erreichen etwa das Ende des Genitalsegmentes; sie sind nach hinten verschmälert, hinten abgerundet, fein länglich und in der Mitte auch (etwas gröber) quer geritzt. — *Äußerer Legestachel* hat den Körper ziemlich schmal, der Oberleistentheil ist fein kariert, des Unterleistentheil geritzt, eine ziemlich breite Leiste mit einem feineren Leistchen, die durch die Mitte zum oberen Rande ziehen; das Endstück allmählich verschmälert und nach unten gebogen, das Ende abgerundet, unten mit einem Zahne. — *Innerer Legestachel* lang dreieckförmig beilförmig, das Enddrittel deutlich verschmälert, das Ende abgestutzt abgerundet, ein kleiner Nabel, eine schmale Leiste am unteren Umriss. — *Farbe* beider Endsegmente schwarzbraun bis schwarz, das Ende ist rötlich.

*Körpergröße* 2—2.5 mm.

*Nährpflanze*: *Crataegus oxyacantha*.

*Lebensweise*: sie überwintert im Imagozustande; im Frühjahr finden wir sie als die erste an sonnigen Tagen auf Koniferen, bevor noch das Laub zu sprossen anfängt; sobald *Crataegus* die ersten Blätter bekommt, erscheint sie hier um die Eier zu legen; die nach 6 Wochen ausgeschlüpften Larven sitzen auf den äußersten Trieben, ohne dieselben zu deformieren; das erwachsene Insekt erscheint im Juni und Juli.

*Larven* sind von Loew im Jahre 1876 beschrieben worden.

*Vorkommen und Zahl*: überall und sehr zahlreich.

*Geographische Verbreitung*: ganzes Europa.

*Bemerkung*. Das häufige Vorkommen dieser Art und ihre größte Veränderlichkeit in der Farbe, bevor sie definitiv ausgefärbt wird, hat ihr neben der geringen Kritik der Autoren auch zahlreiche Synonyma zugebracht, die unten aufgezählt werden; die Typen dieser angeführten Synonymen sind alle in der Kollektion des K. k. Nat.-hist. Hofmuseums in Wien aufbewahrt und konnten durchwegs als *melanoneura* gedeutet werden. — Es ist recht schwer zu sagen, wohin sie im System gehört; einige Zeichen weisen auf eine nähere Verwandtschaft zur *Psylla colorata*, *alpina* und verwandte Arten.

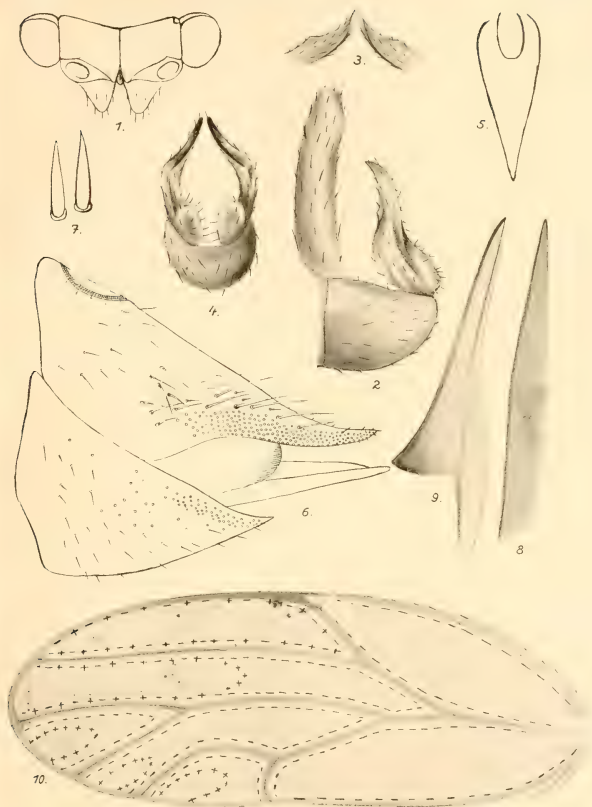
#### Literatur und Synonymie.

- |                      |   |
|----------------------|---|
| <i>melanoneura</i> , | Foerster, Übersicht der Psylloden, 1848.    |
| <i>crataegi</i> ,    | (nec. Schrank) Foerster, ibidem.            |
| „                    | Noerdlinger, Kleine Feinde d. Landw., 1869. |
| <i>pityophila</i> ,  | Flor, Zur Kenntnis der Rhynchoten, 1861.    |
| <i>melanoneura</i> , | Meyer-Duer, Psylloden, 1871.                |
| <i>oxyacanthae</i> , | Meyer-Duer, ibidem.                         |
| <i>similis</i> ,     | Meyer-Duer, ibidem.                         |

- crataegi*. Loew, Zur Biologie etc., Ver. d. k. k. z. b. Ges. Wien, 1876.  
*affinis*. Loew, Mittheilungen über Psylloden, ibidem 1879.  
*melanoneura*. Loew, Revision, ibidem, 1882.  
 . Loew, Jugendstadien d. Psylloden, ibidem, 1884.  
 . Loew, Übersicht d. Psyll. v. Öst.-Ung., ibidem, 1888.  
 . Loew, Katalog d. pal. Ps., Wiener ent. Ztg., 1882.  
 . Horváth G., A magyar. Psyll. etc., Budapest, 1885.  
 . Horváth G., Hémiptères rec. dans la Russie. Rev. d'Ent. 1894.  
 . Edwards J., Hem. Brit. Islands, London, 1896.  
 . Puton, Catalogue, Caën, 1899.  
 . Sulc K., Revise sbírky Dudovy, Pragae, Act. soc. entom. boh., 1905.  
 . Ošanin B., Verzeichnis, Petersburg, 1907.  
 . Šulc K., Úvod do studia druhů rodu Psylla etc., Königl. b. Ges. d. Wiss., Prag, 1910.

## Erklärung der Tafeln.

- Tab. III. *Psylla delarbrei* Puton. 1. Kopf von oben. 2. Das ♂ Körperende von der Seite: Genitalsegment, Kopulationszange und Analsegment. 3. Das Ende der ♂ Kopulationszange von oben. 4. ♂ Genitalsegment und Kopulationszange von hinten. 5. ♀ Analsegment von oben. 6. ♀ Analsegment und Genitalsegment von der Seite (Präparat). 7. Dornen der ♀ Endsegmente. 8. Äußerer Legestachel. 9. Innerer Legestachel. 10. Der linke Vorderflügel; — — — — —: eingezeichnete Grenze der Oberflächendornen, — + — + — +: gemeinsame Grenze der Oberfläche- und Unterflächendornen, + + +: Grenze der Unterflächendornen und Marginaldornen.
- Tab. IV. *Psylla cytisi* Puton. Bezeichnung wie bei der vorhergehenden.
- Tab. V. *Psylla alni* L. Bezeichnung wie bei *Ps. delarbrei* (Tab. III.).
- Tab. VI. *Psylla foersteri* Flor. 7. Ein Stück des Schnabels des ♀ Analsegmentes: a' = ein Haar; a) ein Höcker des Grates mit abgebrochenem Haare; b) ein langes Haar; c) stärker chitinierte Keile; d) kleine Dornen. Die übrigen Bezeichnungen wie auf der Tafel III.
- Tab. VII. *Psylla betulae* Flor. 1. Kopf von oben. 2. ♂ Anal-Genitalsegment und Kopulationszange von der Seite. 3. Das Ende der Kopulationszange von oben. 4. Das ♂ Genitalsegment und Kopulationszange von hinten. 5. Das ♀ Analsegment von oben. 6. Das ♀ Genital- und Analsegment von der Seite (Präparat). 7. Äußerer Legestachel. 8. Innerer Legestachel. 9. Der linke Vorderflügel.
- Tab. VIII. *Psylla buxi* L. Bezeichnung wie auf der Tafel III. 10 a) Oberfläche- (die größeren) und Unterflächendornen (die kleineren) der Flügelmembran.
- Tab. IX. *Psylla fusca* Zett. Bezeichnung wie auf der Tafel III. 6 a) das Ende des Schnabels des ♀ Analsegmentes vergrößert (Präparat).
- Tab. X. *Psylla alpina* Foerster. Bezeichnung wie auf der Tafel III.
- Tab. XI. *Psylla colorata* Loew. Bezeichnung wie auf der Tafel III.
- Tab. XII. *Psylla hartigii* Flor. Bezeichnung wie auf der Tafel III.
- Tab. XIII. *Psylla melanoneura* Foerster. Bezeichnung wie auf der Tafel III.

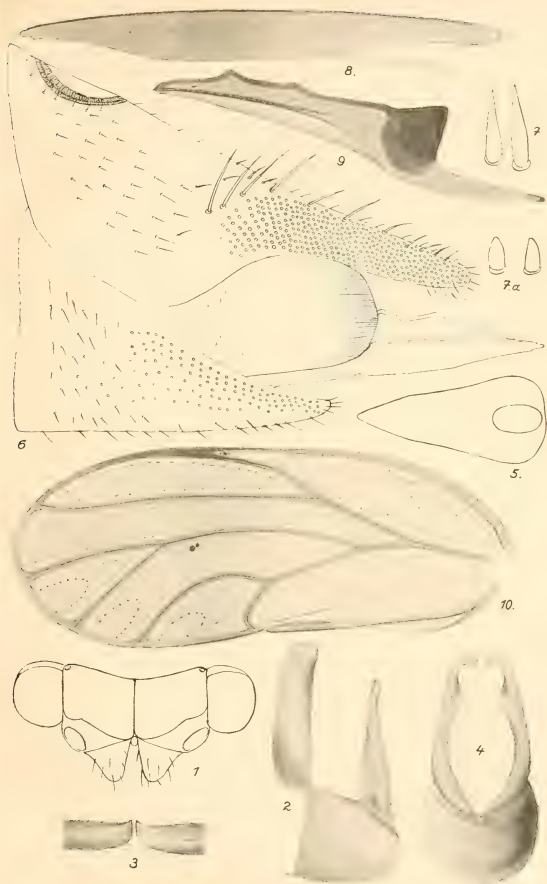


K. Šulc fecit.

### 3. *Psylla Delarbrei* Puton.



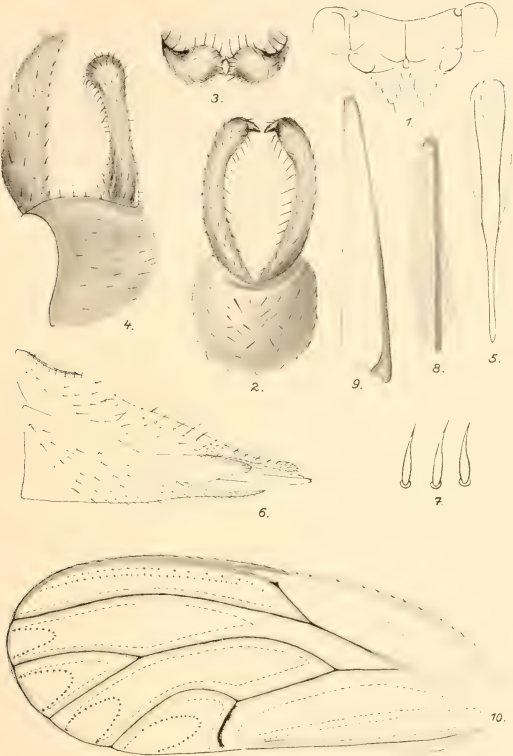




K. Šulc fecit.

4. *Psylla cytisi* Puton.

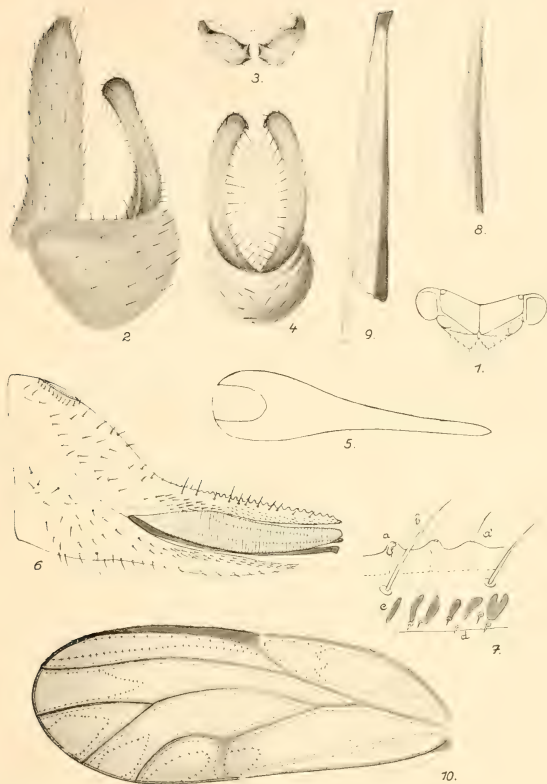




K. Šulc fecit.

5. *Psylla alni* L.

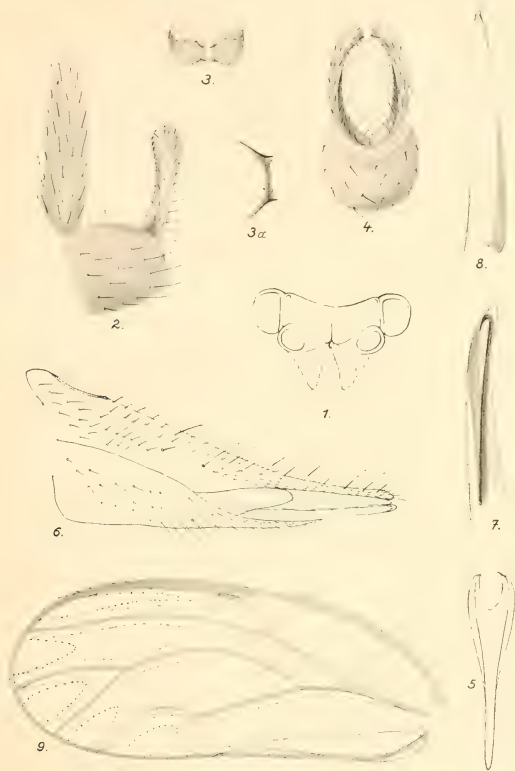




K. Šulc fecit.

6. *Psylla Foersteri* Flor.





K. Šulc fecit.

7. *Psylla betulae* L.



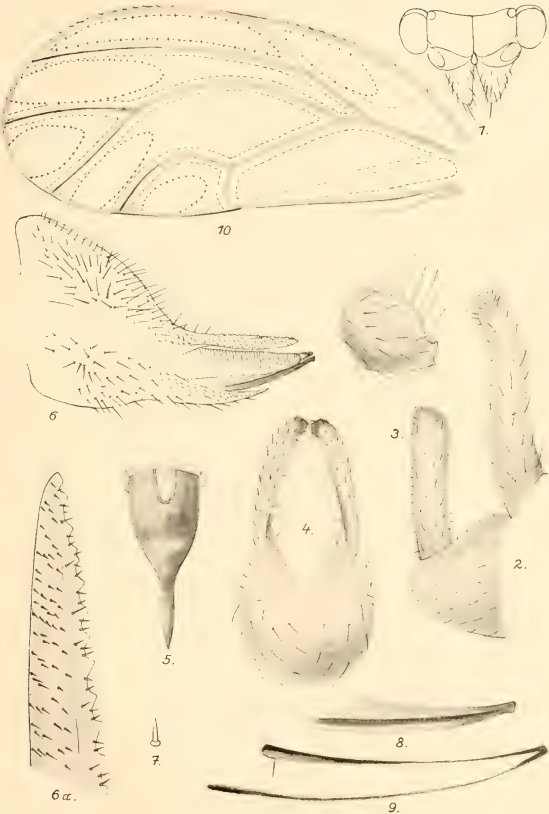




K. Šulc fecit.

8. *Psylla buxi* L.

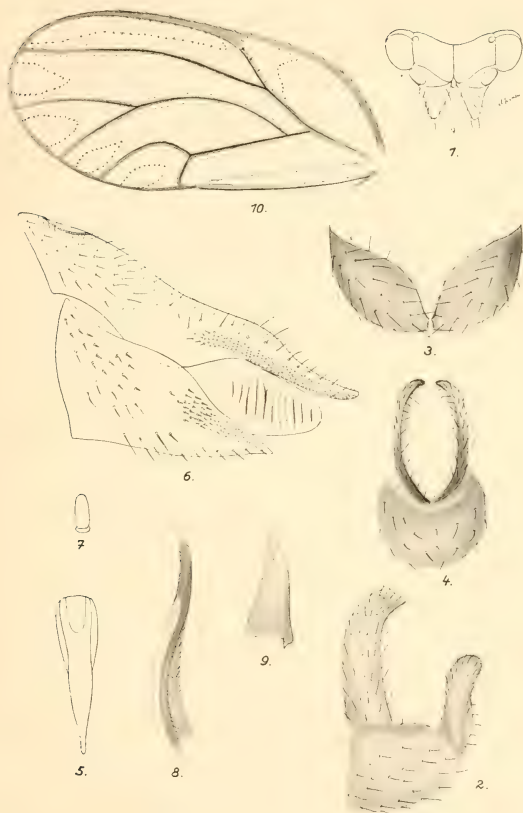




K. Šulc fecit.

9. *Psylla fusca* Zett.

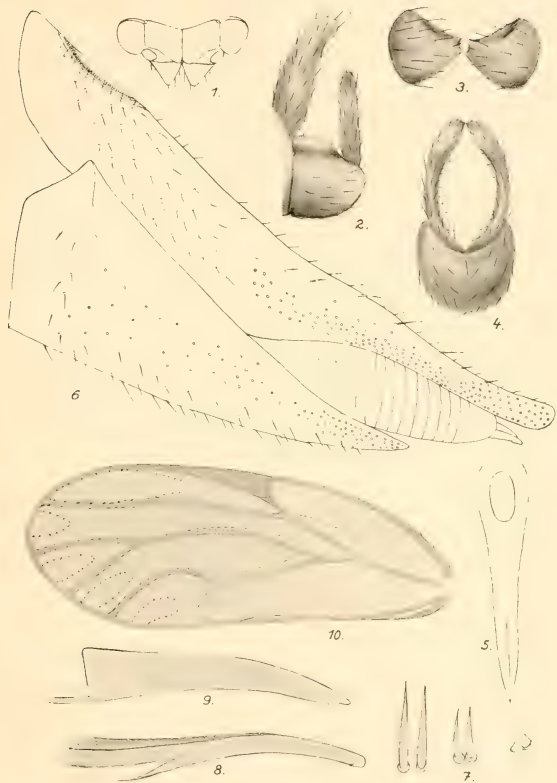




K. Šulc fecit.

10. *Psylla alpina* Foerster.



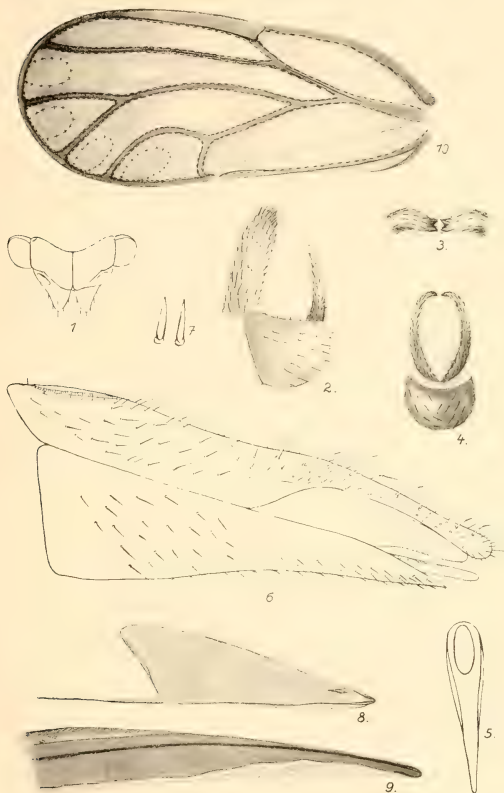


K. Šulc fecit.

11. *Psylla colorata* Loew.



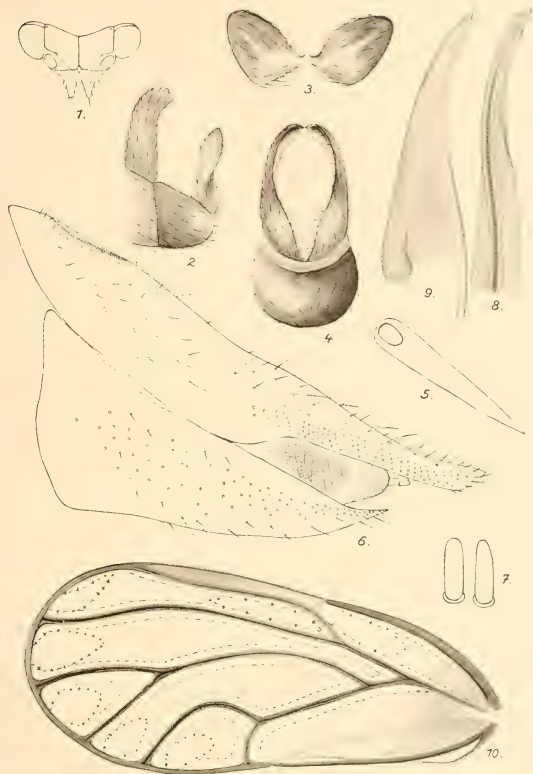




K. Šulc fecit.

12. *Psylla Hartigii* Flor.





K. Šulc fecit.

13. *Psylla melanoneura* Forster.



# Morphologie des Samsonits.

Von

**F. SLAVÍK.**

(Mit 2 Textabb.)

(Vorgelegt am 12. Mai 1911.)

Im vorigen Jahre beschrieben Werner und Fraatz<sup>1)</sup> ein neues Mineral von St. Andreasberg im Harz, welches sie nach dem Vorkommen im Samsonschachte *Samsonit* benannt haben. In der Tiefe von etwa 550 Metern wurde ein Drusenraum aufgeschlossen, in dem auf zerhacktem Quarz Pyrargyritkristalle zusammen mit dem neuen Minerale saßen. Dasselbe ist auf der Oberfläche stahlglänzend und wie der Pyrargyrit mit dunkelroter Farbe an Kanten durchscheinend. Weitere Begleiter des neuen Minerals waren einige Schwefelerze: Galenit, Tetraëdrit, Chalkopyrit und Silberkies, dieser auf Samsonit aufgewachsen und folglich jünger. In einem zweiten, benachbarten Drusenraume fand man Samsonitkristalle ohne Pyrargyrit, auf Quarz, Kalkspat und einmal auch auf Pyrolusit sitzend. Dieser Samsonit war auch von Apophyllit begleitet, welcher zum Teile jünger und in tafelförmigen Kristallen ausgebildet war. Sowohl Kalkspat als auch Apophyllit aus dieser Druse erwiesen sich als manganhaltig.

Das zuerst für Miargyrit gehaltene Mineral wurde von A. Bergelt und F. Kolbeck als ein von demselben verschiedenes erkannt. Die darauf in vom zweiten der Verfasser ausgeführte Analyse ergab für den Samsonit die Zusammensetzung



Die Mehrzahl der Samsonitkristalle aus dem ersten Drusenraume zeigte keine Endflächen, aber gerade von dorten stammt der größte gefundene Kristall, welcher  $3 \times 0.4 \text{ cm}$  mißt, und eine strahlenförmige Gruppe von nicht viel kleineren Individuen. Der zweite Drusenraum enthielt nur kleine, aber fast durchwegs kristallonomisch terminierte Kristalle.

---

<sup>1)</sup> Samsonit, ein manganhaltiges Silbermineral von St. Andreasberg im Harz, Centralblatt für Mineralogie etc. 1910, 331—336.

Zu der von den Verfassern gegebenen Charakteristik der äußeren Merkmale füge ich hinzu:

*Härte*  $2\frac{1}{2}$  wie bei den verwandten Mineralien.

Es sind auch Andeutungen einer *Spaltbarkeit* zu beobachten, welche annähernd parallel zu der als Kristallfläche nicht vorkommenden Basis zu sein scheint; doch ergaben Schimmermessungen an den unvollkommenen Spaltflächen kein sicheres Resultat.

*Strich* dunkelrot, demjenigen des Pyrargyrits gegenüber etwas heller und mit einem unbedeutenden Stich ins braune.

Die *optischen Eigenschaften* lassen sich an dem so wenig durchsichtigen Minerale nicht exakt bestimmen; in Quecksilberbaryumjodidlösung hellen sich die kleinsten Kriställchen so weit auf, daß man den Auslöschungswinkel zu  $c$  auf (110) zu beiläufig  $28-30^\circ$  im spitzen Winkel  $\beta$  konstatieren kann; der Pleochroismus ist nicht stark, die der Vertikalaxe nähere Auslöschungsrichtung erscheint etwas stärker absorbiert als die zu ihr senkrechte.

Die Verfasser haben die Kristallsymmetrie des Samsonits richtig als monosymmetrisch erkannt, jedoch eine vollständige kristallographische Untersuchung ihres neuen Mineralen nicht vorgenommen.

Es ergab sich also im vornherein die interessante Frage, ob und auf welche Weise der Samsonit zu den ebenfalls monosymmetrischen Gliedern der Rotgültigerzgruppe, zum Pyrostilpnit (Feuerblende), Xanthokon (Rittingerit) und Stylotyp, kristallographisch in Beziehung zu bringen ist. Herr Hofrat K. V r b a hat zu diesem Zwecke ein relativ reiches Untersuchungsmaterial von diesem seltenen und jetzt nach der im Vorjahre erfolgten Einstellung der Andreasberger Bergbaue unzugänglichen Minerale acquiriert und mir in dankenswertester Weise zur Untersuchung überlassen, so daß ich instandgesetzt wurde, die Elemente und die Kristallreihe des Samsonits sicherzustellen.

Ich habe im ganzen 12 Kristalle gemessen und eine größere Zahl weiterer, die ich mit den gemessenen verglich, durchgesehen. Die von Werner und Fraatz beobachtete Zugehörigkeit zum *monoklinen* System wurde bestätigt; Andeutungen von Hemiëdrie oder Hemimorphie wurden nicht beobachtet, so daß der Samsonit wohl als monoklin-prismatisch angesehen werden muß. Die Zahlenwerte seiner Elemente, oft auch der Habitus seiner Kristalle, bringen ihn der rhombischen Symmetrie nahe.

Die Elemente des Samsonits sind:

$$a : b : c = 1.2776 : 1 : 0.8180$$

$$\beta = 92^\circ 46'.$$

Die Kristallreihe des Samsonit enthält elf sichergestellte Formen:  $a$  (100),  $l$  (210),  $m$  (110),  $n$  (120),  $q$  (140),  $d$  (101),  $f$  (103),  $c$  ( $\bar{1}01$ ),  $g$  (301),  $\pi$  ( $\bar{1}11$ ),  $\sigma$  ( $\bar{4}73$ ).

Dazu treten einige *unsichere* und *vizinal*e Formen, und zwar: ein steiles positives Orthodoma nahe an ( $\bar{4}01$ ), ein anderes zwischen diesem

und  $(\bar{3}01)$ ; ein negatives Orthodoma vizinal zu  $d$ , annähernd  $(10.0.11)$ ; zwei oder vielleicht drei Vertikalprismen, deren Winkeldaten um die durch die Symbole (470) und (340) gegebenen Werte, resp. auch zwischen (140) und (130) schwanken.

Die Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkel ist ziemlich gut:

	Gemessen:	Berechnet:	Kantenzahl:
$m(110) : m'(\bar{1}\bar{1}0) =$	$* 103^{\circ} 50'$	—	6
$e(\bar{1}01) : d(101)$	$* 65 \ 14$	—	7
$: \pi(\bar{1}11)$	$* 35 \ 8$	—	7
$: f(103)$	45 23	$45^{\circ} 20'$	8
$: g(\bar{3}01)$	31 37	$31 \ 16\frac{1}{4}$	2
$: a(\bar{1}00)$	59 17	$59 \ 20\frac{3}{4}$	2
$: m(110)$	71 26	$71 \ 40\frac{1}{4}$	2
$d(101) : a(100)$	55 15	$55 \ 25\frac{1}{4}$	2
$: \pi(\bar{1}11)$	70 13	69 58	1
$: m(110)$	69 41	$69 \ 30\frac{1}{2}$	2
$: q(140)$	83 59	$83 \ 44\frac{1}{2}$	1
$f(103) : g(\bar{3}01)$	76 46	$76 \ 36\frac{1}{4}$	1
$: m(110)$	80 59	$81 \ 0\frac{1}{2}$	1
$: \pi(\bar{1}11)$	54 59	$54 \ 54\frac{1}{2}$	2
$m(110) : l(210)$	18 56	$19 \ 14\frac{1}{2}$	9
$: n(120)$	16 24	$16 \ 41\frac{1}{4}$	10
$: \pi(11\bar{1})$	44 39	$44 \ 51\frac{1}{4}$	2
$\pi(\bar{1}11) : q(\bar{1}40)$	49 43	$49 \ 50\frac{1}{2}$	1
$\sigma(\bar{4}73) : \sigma'(\bar{4}73)$	112 13	112 7	2
$: e(\bar{1}01)$	56 32	$56 \ 27\frac{1}{4}$	2
$: f(103)$	70 32	70 38	2
$: \pi(\bar{1}11)$	21 37	21 40	1
$: m(\bar{1}10)$	29 37	$29 \ 38\frac{1}{4}$	2
$: q(\bar{1}40)$	28 5	$28 \ 10\frac{1}{2}$	1.

Von diesen Formen kommen  $a(100)$ ,  $q(140)$ ,  $g(\bar{3}01)$  und  $\sigma(\bar{4}73)$  am seltensten vor, während die übrigen fast niemals fehlen.

$q(140)$  habe ich an einem Kristalle auf Grund der mit der Berechnung gut übereinstimmenden Winkel zu den beiden Pyramiden  $\pi$  und  $\sigma$  sicher gestellt; die Fläche des Prismas ist nur wenig aus der theoretisch postulierten Zone der beiden Hemipyramiden abgelenkt. Der Winkel derselben Fläche zu  $m$  wies eine bedeutende Abweichung vom berechneten Werte auf:

$$(140) : (110) = 26^{\circ} 4' \text{ gem.}, 27^{\circ} 1' \text{ ber.}$$

Desgleichen waren auch an anderen Kristallen, an denen nicht selten ein zu (140) nahes Klinoprisma vorgekommen ist, die Abweichungen bedeutend und immer in demselben Sinne gerichtet, d. h. von (140) gegen

(130) zu, so daß eigentlich das Prisma (140) durch ein vizinales, in der Vorderkante stumpferes Klinoprisma ersetzt zu werden pflegt.

$g$  (301) tritt an zwei Kristallen in deutlich entwickelten Flächen auf, einmal in steilere Orthodomen übergehend und mit ihnen oszillierend kombiniert, das zweite mal als eine ziemlich große, vollkommene Fläche.

$\sigma$  (473) ist an denselben zwei Kristallen annähernd im Gleichgewichte mit der Grundpyramide  $\pi$  entwickelt; an einem Kristalle reflektieren die  $\sigma$  Flächen mittelmäßig, an dem anderen vorzüglich, und die angeführten sechs Winkel verbürgen durch ihre sehr gute Übereinstimmung mit den berechneten Werten die Bestimmung der Indices ganz sicher. Die Pyramide  $\sigma$  fällt in die Zonen  $[1\bar{1}0 : 101]$  und  $[\bar{1}40 : 111]$ .

### Die vizinalen Flächen.

An einem von den beiden Kristallen mit dem Orthodoma (301) ist diese Fläche als eine dreieckige Abstumpfung der Ecke  $(\bar{1}01)$ ,  $(\bar{1}10)$ ,  $(\bar{1}\bar{1}0)$  entwickelt; gegen den Gipfel des gleichschenkligen Dreiecks geht (301) in steilere Orthodomen über, mit denen es auch oszillierend kombiniert und folglich horizontal gerieft ist. Zwei schwache Reflexe dieser Orthodomen wurden in den Winkelabständen  $34^\circ 22'$  und  $36^\circ 45'$  von  $(\bar{1}01)$  eingestellt, die Vizinalen liegen also zwischen

$$\begin{array}{llll} (301), & \text{Winkelabstand von } (\bar{1}01) = 31^\circ 16\frac{1}{4}', & \text{und} \\ (\bar{4}01), & ,, & ,, & 37^\circ 40'. \end{array}$$

An dem zweiten Kristalle mit den Flächen  $\sigma$  (473) und  $g$  (301) beobachtete ich in der orthodomatischen Zone eine Vizinalfläche, welche das negative Grundorthodoma  $d$  vertritt und um mehr als  $2^\circ$  flächer liegt. Es ist eine ziemlich große dreieckige Fläche, vorzüglich reflektierend, deren abweichende Lage durch die Ablenkung des Signals aus der Zone  $[\bar{1}10 : 473]$  und durch die folgenden Winkel ausgedrückt ist:

$$\begin{array}{ll} (10\bar{1}) : (103) = 17^\circ 40', & (101) : (103) = 19^\circ 54' \\ : (473) = 79^\circ 36' & : (473) = 80^\circ 52'. \end{array}$$

Die Indices der Vizinalfläche wären  $(10 \cdot 0 \cdot 11)$  mit dem berechneten Werte

$$(10 \cdot 0 \cdot 11) : (103) = 17^\circ 34\frac{1}{2}'.$$

In der Vertikalzone pflegt ziemlich oft entweder neben dem Prisma  $n$  (120) oder öfter in einzelnen Quadranten anstatt desselben ein Klinoprisma aufzutreten, das gegen (110) weniger als (120) geneigt ist:

$$(1\bar{k}0) : (110) = 12-15^\circ, \quad (120) : (110) = 16^\circ 41\frac{1}{4}'.$$



Das Auftreten der Pyramide (473) würde auch die Existenz des zugehörigen Prismas (470) wahrscheinlich machen, dessen betreffender Winkel zu

$$(470) : (110) = 13^{\circ} 58'$$

berechnet wird; aber die starke Schwankung der Winkel und die gegenseitige Vertretung dieses Prismas mit  $n$  erlaubt es nicht, (470) unter typische, selbständige Formen zu zählen.

Ein weiteres vizinales Prisma weist zu (110) die Abweichungen von  $6\frac{3}{4}$ — $8\frac{3}{4}^{\circ}$  auf; seine Winkelwerte schwanken also um das Prisma mit dem einfachen Symbol (340):

$$(340) : (110) = 7^{\circ} 38'.$$

Endlich pflegt das Prisma (140), welches wie oben erwähnt aus seinen Winkeln zu den beiden Pyramiden  $\pi$  ( $\bar{1}11$ ) und ( $\bar{4}73$ ) bestimmt worden ist, gewöhnlich durch die — bisweilen ziemlich breiten — Flächen eines vizinalen Klinoprismas ersetzt zu werden, welches in seiner Vorderkante stumpfer ist als  $q$  (140) und folglich zwischen (130) und (140) liegt:

$$\begin{aligned} (110) : (1\bar{k}0) &= \text{gem. } 23^{\circ} 52' - 26^{\circ} 48', \\ &: (130) = \text{ber. } 23^{\circ} 27', \\ &: (140) \quad \quad \quad \text{,, } 26^{\circ} 59'. \end{aligned}$$



Fig. 1.

Der *Habitus der Kristalle* ist stets *vertikal säulenförmig*, mitunter bis nadelförmig. In der Vertikalzone überwiegen die Flächen des Grundprismas, in der terminalen Endigung gewöhnlich die orthodomatischen, selten die pyramidalen Flächen. Die in den Elementen ausgedrückte Annäherung an die rhombische Symmetrie wird bedeutend, wenn die zwei zu der Vertikalaxe beinahe gleich geneigten Grundorthodomen  $d$  und  $e$  über andere Flächen stark vorherrschen und selbst approximativ im Gleichgewichte entwickelt sind. (Fig. 1.) Öfters jedoch kommt die monosymmetrische Natur der Kristalle deutlich zum Vorschein, indem das positive Orthodoma  $e$  über die negativen  $d$  und  $f$  überwiegt und die positive Grundhemipyramide  $\pi$ , zu der die entsprechende negative stets fehlt, mit ziemlich großen Flächen vertreten ist, welche bisweilen das Orthodoma ( $\bar{1}01$ ) nur zu einer schmalen Abstumpfung der Polarkante verengen. An solchen deutlich monosymmetrischen Kristallen mit vorherrschenden positiven Formen fehlt niemals das flache negative Doma  $f$ , welches gewöhnlich mit einer größeren Fläche als  $d$  ausgebildet ist; das letztere sinkt bisweilen bis zu einem leuchtenden Punkte herab. Ein ziemlich seltener Fall ist die Entwicklung von (103) in annäherndem Gleichgewichte entweder mit (101)

oder mit  $(\bar{1}01)$ , wobei dann das andere Grunddoma nur unbedeutend entwickelt ist. (Fig. 2.)

In der Vertikalzone überwiegt immer das Grundprisma  $m$ , ist jedoch nie die einzige Form, sondern stets mit einem oder beiden einfachen Prismen  $l$   $n$  vergesellschaftet, seltener mit dem Orthopinakoid und mit weiteren Klinoprismen. Die Vertikalzone ist stets durch oszillierende Kombination der Prismen gerieft.

Die formbedingenden Partialformen sind also  $(110)$  einerseits,  $(\bar{1}01)$  mit  $(101)$ ,  $(103)$  oder  $(\bar{1}11)$  andererseits. Die übrigen Formen sind untergeordnet.

Die terminierenden Flächen sind fast immer glatt und glänzend; selbst dann geben sie noch gute Reflexe, wenn  $d$  und  $\pi$  nur als glänzende Punkte oder winzigste Dreiecke,  $f$  als eine ganz schmale Abstumpfung der Kante  $d$   $e$  auftritt.

In der Vertikalzone sind bisweilen die Flächen von  $(110)$  sehr gut entwickelt, so daß einige ganz gute Daten für den Wert des Grundprismenwinkels ermittelt werden konnten; oft jedoch wird die Qualität der  $m$ -Flächen durch die Kombinationsriefung oder durch eine in die Klinoprismen übergehende Rundung beeinträchtigt. Die Prismen  $l$   $(210)$  und  $n$   $(120)$  sind an der Mehrzahl der Kristalle beide entwickelt, aber immer in schmäleren Flächen als  $(110)$ , bisweilen nur als ganz schmale Kantenzuschärfungen; das Orthopinakoid fand ich nur an drei Kristallen als sehr schmale, nur schimmernde Facetten.



Fig. 2.

\* \* \*

Die Beziehung zwischen dem Samsonit und den übrigen monosymmetrischen Gliedern der weiteren Rotgültigerzgruppe ist nicht im strengen Sinne des Wortes Isomorphie zu nennen, obwohl wir durch eine Multiplikierung mit ziemlich einfachen Koeffizienten für die Klinodiagonale und Vertikale Werte erhalten können, welche denjenigen der anderen Glieder der Gruppe sehr nahe kommen, und zwar in derjenigen Stellung, die H. A. Miers in seiner ausgezeichneten Arbeit dem Xanthokon (Rittingerit) und dem Pyrostilpnit gegeben<sup>2)</sup> und welche S. Stevanović auch für den Stylotyp adoptiert hat, dessen Zugehörigkeit zur weiteren Rotgültigerzgruppe von ihm erwiesen worden ist.<sup>3)</sup> Es verhält sich nämlich

<sup>2)</sup> Xanthoconite and rittingerite, with remarks on the red silvers, Min. Mag. X, (47), pp. 185–217 (1893), übersetzt in Groth's Zeitschr. für Kryst. 22, 433–462 (Vorläufige Notiz in Nature 47, p. 70).

<sup>3)</sup> Über einige Kupfererze und Beitrag zur Kenntniss der Zirkongruppe, Z. f. Kr. 37, 235–256 (1903).

die Klinodiagonale des Samsonits in der hier angenommenen Stellung zu derjenigen der übrigen Minerale in Miers' Position sehr nahe wie 2 : 3, die Vertikale wie 4 : 5, so daß wir durch die entsprechende Multiplizierung erhalten:

$$\begin{array}{l}
 \text{Samsonit } Ag_4 Mn Sb_2 S_6 \quad \frac{3}{2} a : b : \frac{5}{4} c = 1.9164 : 1 : 1.0225 \quad \beta = 92^\circ 46' \\
 \text{Xanthokon } Ag_6 As_2 S_6 \\
 \text{Pyrostilpnit } Ag_6 Sb_2 S_6 \\
 \text{Stylotyp } (Cu Ag)_6 (Sb As Bi)_2 S_6^4
 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array}} \right\} a : b : c = \begin{cases} 1.9187 : 1 : 1.0125 & 91^\circ 13' \\ 1.9465 : 1 : 1.0973 & 90^\circ 0' \\ 1.9202 : 1 : 1.0355 & 90^\circ 0' \text{ cca} \end{cases}$$

Es ist interessant, daß in dieser Vergleichstabelle der Samsonit die größte Annäherung an das Axenverhältnis des Xanthokons zeigt, die kleinste dagegen an das der ihm chemisch am nächsten stehenden Feuerblende; der vom Samsonit chemisch trotz der isomorphen Beimischung der zweiwertigen Metalle bedeutend entfernt stehende Stylotyp steht dem Samsonit viel näher als der Pyrostilpnit.

Trotzdem diese Beziehungen gewiß nicht zufällig sind, wäre es nicht angebracht, der Verwandtschaft des Samsonits mit den übrigen monosymmetrischen Rotgültigerzen durch eine Änderung des Axenverhältnisses Ausdruck geben zu wollen, denn dann würden die Symbole der Samsonitformen viel komplizierter:

In der hier angenommenen Stellung:	In der dem Xanthokon etc. analogen Stellung:
$a$ (100)	(100)
$m$ (110)	(320)
$n$ (120)	(340)
$q$ (140)	(380)
$l$ (210)	(310)
$d$ (101)	(605)
$c$ ( $\bar{1}$ 01)	( $\bar{6}$ 05)
$f$ (103)	(205)
$g$ ( $\bar{3}$ 01)	( $\bar{1}$ 8 . 0 . 5)
$\pi$ ( $\bar{1}$ 11)	( $\bar{6}$ 45)
$\sigma$ ( $\bar{4}$ 73)	( $\bar{2}$ 4 . 28 . 15)

Andererseits würden auch die Symbole der Formen von Xanthokon, Pyrostilpnit und Stylotyp durch die Umrechnung auf die Samsonitstellung nicht einfacher werden, denn ihre Grundpyramide in der Position von Miers würde dann das komplizierte Symbol (10 . 15 . 12) erhalten, und in der ganzen Kristallreihe aller drei genannten Mineralien findet sich keine Form, deren Indices bei dieser Transformation der Elemente einfacher würden.

Man kann also zwischen der Kristallform des Samsonits einerseits, der übrigen monosymmetrischen Glieder der Rotgültigerzgruppe anderer-

<sup>4)</sup> Mit einer teilweisen isomorphen Vertretung von Fe und Zn für Cu<sub>2</sub> und Ag<sub>2</sub>.

seits nur entferntere Beziehungen konstatieren, etwa der Art, wie z. B. zwischen Miargyrit und Lorandit, Anhydrit und der engeren Barytgruppe, Datolith und Euklas u. a. In Übereinstimmung damit zeigt auch der Kristallhabitus sowie die physikalischen Eigenschaften bedeutende Unterschiede: die Säulenform des Samsonits steht hier der tafelartigen Entwicklung des Xanthokons und Pyrostilpnits entgegen, seine kaum ange deutete Spaltbarkeit der deutlichen bis glimmerartig vollkommenen der letzteren. Auch das Molekulargewicht des Samsonits, welches demjenigen des Xanthokons näher steht als dem der Feuerblende, weicht doch von den beiden ziemlich bedeutend ab:

Pyrostilpnit	$Ag_6 Sb_2 S_8$	1080·10
Xanthokon	$Ag_6 As_2 S_6$	989·62
Samsonit	$Ag_4 Mn Sb_2 S_6$	919·27.

Daß aber trotz der bedeutenden Verschiedenheiten die kristallographischen Konstanten des Samsonits mit denen der übrigen monoklinen Minerale von der gemeinsamen Typenformel  $(R'_2, R'')_3 Sb_2 S_6$  in eine Beziehung zu bringen sind, das ist nach der Stevanović'schen Untersuchung des Stylotyps ein zweiter Beweis für die Richtigkeit der Interpretation, welche Miers den kristallographischen Verhältnissen des Xanthokons und Pyrostilpnits gegeben hat.

\*   \*   \*

Die vorliegende Arbeit war schon beendet, als ich die soeben publizierte Mitteilung von W. Bruhns<sup>5)</sup> kennen gelernt habe, in welcher ebenfalls über Messungen am Samsonit berichtet wird. Bruhns konstatierte einige Formen, welche an meinem Untersuchungsmateriale fehlen, dagegen beobachtete er einige von den hier angeführten nicht. Er gibt dem Samsonit eine andere Stellung, in dem

$$\begin{array}{lll} \pi (\bar{1}11) & \text{Slavík} = (011) & \text{Bruhns,} \\ d (101) & „ & (\bar{1}01) „ \\ c (\bar{1}01) & „ & (001) „ \end{array}$$

Im Allgemeinen:

$$(h \ k \ l) \text{ Slavík} = (p \ q \ r) \text{ Bruhns, } h = -(2p + r), \ k = q, \ l = r;$$

umgekehrt:

$$p = -(h + l), \ q = 2k, \ r = 2l.$$

Sein Axenverhältnis lautet dann:

$$\begin{array}{l} a : b : c = 0.74293 : 1 : 0.82042, \\ \beta = 120^\circ 46', \end{array}$$

<sup>5)</sup> Kristallform des Samsonit von St. Andreasberg, IV. Jahrbesb. d. Niedersächs. geol. Vereines, Hannover 1911 (Vortrag am 29. Oktober 1910).

berechnet aus

$$\pi : \pi' = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1) \text{ Sl.} = (011) : (0\bar{1}1) \text{ Br.} = 70^{\circ} 22'$$

$$\phi : \phi' = (111) : (\bar{1}\bar{1}1) \text{ „} = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1) \text{ „} = 68^{\circ} 6'$$

$$\phi : \pi = (111) : (\bar{1}\bar{1}1) \text{ „} = (\bar{1}11) : (011) \text{ „} = 52^{\circ} 46'$$

Durch Umrechnung der Daten Bruhns' auf die hier adoptierte Stellung erhalten wir aus seinen Fundamentalwinkeln:

$$a : b : c = 1.2802 : 1 : 0.8200,$$

$$\beta = 92^{\circ} 49\frac{1}{2}'$$

gegenüber meinen Werten

$$a : b : c = 1.2776 : 1 : 0.8180,$$

$$\beta = 92^{\circ} 46'.$$

Es ist also das von mir aufgestellte Axenverhältnis des Samsonits beinahe gänzlich identisch mit demjenigen Bruhns', was auch in der sehr guten Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkel zutage tritt.

Trotz der Priorität Bruhns' halte ich es doch für notwendig, die hier angenommene Stellung beizubehalten, da durch dieselbe dem pseudorhombischen Charakter des Samsonits und seinen Beziehungen zur Xanthokongruppe Rechnung getragen wird. Auch stehen meine Zahlenwerte zum größeren Teile den gemessenen Winkeln von Bruhns näher als seine berechneten, obwohl die Differenzen nur wenige Minuten betragen.

Die Vereinigung der beiderseitigen Beobachtungen erhöht die Zahl der sichergestellten Partialformen des Samsonits auf 15:

Form	Indices in der Stellung von		Beobachtet von	
	Slavik	Bruhns	Slavik	Bruhns
<i>a</i>	(100)	(100)	+	—
<i>b</i>	(010)	(010)	—	+
<i>l</i>	(210)	(110)	+	—
<i>m</i>	(110)	(120)	+	+ <sup>6)</sup>
<i>n</i>	(120)	(140)	+	+ <sup>6)</sup>
<i>q</i>	(140)	(180)	+	—
<i>d</i>	(101)	(101)	+	+
<i>e</i>	(101)	(001)	+	+
<i>f</i>	(103)	(203)	+	+
<i>g</i>	(301)	(101)	+	+
<i>h</i>	(501)	(201)	—	+
<i>p</i>	(111)	(111)	—	+
<i>r</i>	(212)	(212)	—	+
$\pi$	(111)	(011)	+	+
$\sigma$	(473)	(1 . 14 . 6)	+	—

<sup>6)</sup> Von Bruhns nur als wahrscheinlich angeführt.

In diesem Verzeichnis signierte ich auch die nur von Bruhns beobachteten Flächen mit Buchstaben ( $b$ ,  $h$ ,  $p$ ,  $r$ ).

Zu den hier angeführten unsicheren Formen der Vertikalzone tritt durch Bruhns' Beobachtung das Prisma (450) Br. = (850) Sl., während ich die Flächen  $m$  und  $n$ , zum Teil auf Grund von guten Messungen, als sichergestellt betrachte.

*Mineralogisches Institut der böhmischen Universität.*

# Zur Kenntniss der niederen Pilze.

## I. Eine neue Chytridiacee.

Von

Dr. **B. NĚMEC** in Prag.

(Mit 2 Tafeln und 6 Textfiguren.)

Vorgelegt am 18. Februar 1910.

### 1. *Sorolpidium Betae*.

Voriges Jahr beschäftigte ich mich mit einer Untersuchung über Rüben nematoden, wobei ich auf eine in den Rindenzellen der Rübenwurzeln parasitierende Chytridiacee stieß, deren Beschreibung die vorliegende Mitteilung gewidmet ist. Ich habe diese Mitteilung geschrieben einerseits darum, weil der neue Organismus vom systematischen Standpunkte wichtig zu sein scheint, andererseits weil es mir gelungen ist auch seine zytologischen Verhältnisse ziemlich eingehend zu verfolgen. Und eben in dieser Hinsicht sind die Chytridiaceen bisher wenig durchforscht.

Der von mir untersuchte Organismus gehört, wie ich glaube, zu jenen Wurzelchytridiaceen, von denen die Gattung *Rhizomyxa Borzi* im Jahre 1884 beschrieben hat. A. Fischer (1892 p. 67) meint, daß diese Wurzelparasiten recht verbreitet und formenreich sind, ebenso daß es deren mehrere Genera geben wird. Die Gattung *Rhizomyxa* selbst gehört nach Fischer zur Familie der Merolpidiaceen (Synchytriaceae), deren Vegetationskörper anfangs nackt ist, sich später mit einer Membran umgibt und in eine Mehrzahl kleiner Sporangien zerfällt (Sporangiensorus). Jedes Sporangium bildet eine oder mehrere Zoosporen. Daneben kann sich der Vegetationskörper zu einer starkwandigen Dauerspore umwandeln, welche später in Zoosporen zerfällt oder auch zu einem Sporangiensorus wird.

Die Gattung *Rhizomyxa* (vgl. auch Wildeman 1893) lebt parasitisch in den Rindenzellen junger Wurzeln sowie in Wurzelhaaren bei verschiedenen Pflanzen, der vegetative Körper ist zunächst nackt, farblos, vielkernig, anfangs vom Zytoplasma der befallenen Zelle kaum zu unterscheiden, bildet später einen je nach der Zellform verschiedenartig gestalteten Sporangiensorus, welcher aus parenchymartig gelagerten Sporangien besteht, von denen jedes später 1, 2 oder mehreren einzelligen

Schwärmsporen Ursprung gibt. Auch können nach Borzi isolierte Sporangien vorkommen. Außerdem bildet *Rhizomyxa* Schwärmsporen in großen Zoosporangien. Dabei verwandelt sich das ganze Plasmodium in ein Zoosporangium, in dem es sich zu diesem Zweck etwas zusammenzieht und mit einer zarten Membran umgibt. Der gesamte Plasmakörper zerfällt dann in entsprechend viele Portionen, die zu Zoosporen werden (Bot. Cttbt. Bd. 19. p. 2). Der Austritt der Zoosporen geschieht durch einen mehr oder weniger kurzen papillenartigen Fortsatz, der die Wand der nährenden Zelle durchbohrt und sich dann an der Spitze öffnet. Bei der schon erwähnten Sporangienbildung bleibt das Plasmodium nackt. Außerdem gibt es noch Cystosori, d. h. Anhäufungen von Dauersporangien, die ebenso wie der Sporangiensorus durch Zerfall des Vegetationskörpers zu Stande kommen. Nach Borzi gibt es noch eine sexuelle Fortpflanzung. Aber Fischer meint, daß die Geschlechtspflänzchen wahrscheinlich zu einem anderen Parasiten aus der Verwandtschaft von *Olpidiopsis* gehören.

Es sind mehrere Wurzelchytridiazeeen bekannt, welche zu den Mycochytridinen gehören, dagegen wenige, welche zu den Myxochytridinen zählen. Wahrscheinlich darum, weil sie wenig auffallend sind, indem sie keine auffallenden äußeren Veränderungen an den befallenen Wurzeln verursachen.

Einige Beziehungen zu unserem Organismus scheint die von E. de Wildeman (1893) beschriebene *Asterocystis* aufzuweisen. Sie lebt in der Rhizodermis verschiedener Pflanzen, hauptsächlich des Leins (*Linum usitatissimum*), wo sie einerseits dünnwandige, elliptische Zoosporangien bildet, aus denen einzilige Schwärmsporen (ohne Entleerungsschlauch bloß durch einen Riss) herausschwärmen, außerdem bildet der Pilz Zysten, welche durch Einbuchtungen des Exosporiums ein sternförmiges Aussehen erreichen. Die Zoosporangien von *Asterocystis* entsprechen jenen, welche hier für *Sorolpidium* beschrieben werden, wir haben auch Zysten gefunden, die jenen von *Asterocystis* ähnlich sind. Doch fehlen der letzteren Gattung Sporangiensori. Außerdem hat E. Marchal (Bull. de l'agricult. Belg. 1901) bewiesen, daß *Asterocystis radialis* auf *Beta vulgaris* nicht übertritt.

Den in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Organismus zähle ich ebenfalls zu den Myxochytridinen, denn ihr vegetativer Körper besitzt anfangs keine Membran, liegt nackt in der Vakuole oder im Cytoplasma der Wirtzelle, eine Membran erscheint erst bei der Fortpflanzung. Dieselbe ist, wie es scheint, nur ungeschlechtlich, wenigstens hab ich nichts positives gefunden, was auf eine geschlechtliche Fortpflanzung hinweisen könnte. Der Pilz bildet zunächst einfache Schwärmsporen in einem großen, dünnwandigen Sporangium, außerdem noch einen Sporangiensorus, wobei einzelne Sporangien von einer dickeren Membran umgehen werden und später einem oder mehreren Zoosporen Ursprung geben. In dieser Beziehung stimmen sie mit *Rhizomyxa* überein. Ob die in den Rübenwurzeln gefundenen größeren Zysten zu unserem Organismus angehören, konnte



nicht entschieden werden. Ich bezeichne den Parasiten als *Sorolpidium Betae* nov. gen. n. sp. \*)

Bei Organismen, die es nicht gelungen ist in Reinkulturen zu ziehen, entscheidet über die Frage, ob die einzelnen Stadien zu einander gehören, der Umstand, ob man eine lückenlose Entwicklungsreihe besitzt. Eine solche läßt sich bei *Sorolpidium* für den Übergang der nackten vegetativen Körper zur Bildung des großen Zoosporangiums einerseits, andererseits zur Bildung der Sporangiosori leicht verfolgen. Es bleibt nun nachzuweisen, daß es derselbe Organismus ist, welcher das große dünnwandige Zoosporangium und die Sporangiosori bildet.



Fig. 1. Längsschnitt durch eine Wurzel von *Beta vulgaris*, in deren Rhizodermis und äußeren Rindenzellen lauter Sporangiosori (schwarze Klumpen) vorhanden sind (R. Obj. 4. OK. 2).

Dafür möchte ich nachfolgende Gründe anführen. Für gewöhnlich sieht man in dem untersuchten Gewebe oder Wurzelabschnitt entweder nur jene großen Zoosporangien, oder nur die Sporangiosori (Textfigur 1) entstehen.



Fig. 2. Eine Rindenzone mit einem großen, dem Primordialschlauch der Wirtszelle ringsherum anliegenden *Sorolpidium*. Der Kern der Wirtszelle liegt fast zentral (Reich. Obj. 8 a. K. OK). 6.

Niemals ist in derselben Zelle das Entstehen von dünnwandigen Zoosporangien und der Sporangiosori festzustellen. Das stimmt ganz gut mit der Erfahrung überein, daß verschiedene Fortpflanzungsarten durch verschiedene Lebensbedingungen hervorgerufen werden. Herrschen also in einem Gewebe oder Wurzelabschnitt Bedingungen, die die Bildung von Sporangiosori hervorrufen, so werden da auch nur diese gebildet. Sehr selten kommen in solchen Wurzelabschnitten auch Zellen vor, wo die dünnwandigen Zoosporangien entstehen, das geschieht

\*) Neben Untersuchungen in vi vo wurde der Organismus an Mikrotomschnitten studiert. Ältere Wurzelteile mit schon absterbender primären Rinde geben die meiste Hoffnung, daß da *Sorolpidium* vorhanden ist. Sie wurden in einer schwachen Flemmingschen Lösung fixiert und als Schnitte mit Heidenhains Haematoxylin oder nach vorheriger Tanninbeizung mit Safranin-Anilinwasser gefärbt. Beide Methoden gaben sehr gute Resultate.

aber in Zellen, welche von den übrigen abweichend beschaffen oder gelegen sind. Die nackten vegetativen Körper (Textfig. 2), aus welchen die dünnwandigen Zoosporangien entstehen, sind genau so strukturiert, wie jene, welche den Sporangiosori (Textfig. 3) Ursprung geben und zwar sowohl was die Kerne als auch was die Zytoplasmastruktur betrifft. Ein Unterschied tritt nur in der Fortpflanzung auf. Die genau gleiche Struktur der vegetativen Stadien läßt den Schluß zu, daß es sich um denselben Organismus handelt, wenn man noch dazu erwägt, daß auch ihr Verhalten zu

den Wirtszellen genau dasselbe ist. Beweisen läßt sich diese Auffassung ohne Reinkulturen oder Infektionen nicht.

Als erstes Entwicklungsstadium können einkernige, kugelförmige, nackte Zellen angesehen werden (Taf. 1, Fig. 1, 2), welche ein deutliches, Vakuolen enthaltendes Zytoplasma besitzen und einen kugligen oder oblongen Kern enthalten. Der Kern besitzt einen ziemlich großen Nukleolus, unter der Membran eine nicht deutlich strukturierte Substanz. Kerne,

Fig. 3. Eine ähnliche Zelle mit einem hohlen Sporangiosorus. Die einzelnen Sporangien sind nicht zu unterscheiden (Reich. Obj. 8 a. K. OK. 6).

welche oblong sind und an ihren Polen eine Substanzverdichtung aufweisen (Taf. 1, Fig. 2, obere Zelle), bereiten sich wohl zur Teilung. Sie liegen auch in größeren Zellen. Das nächste Stadium ist zweikernig (Taf. 1, Fig. 6), das Plasma enthält kleinere Vakuolen, so daß es dann als alveolär oder feinnetzig gebaut erscheint. Es folgen dann vierkernige Stadien (Taf. 2, Fig. 29), achtkernige usw. Vom vierkernigen Stadium bekommt man nur drei Kerne auf einem nicht zu dicken Schnitt zu sehen. In den älteren Stadien (Textfig. 4) ist es kaum mehr möglich die Kernzahl genau zu bestimmen, da dieselbe eine sehr beträchtliche sein kann (Taf. 1, Fig. 3, 4, 7). Unterdessen hat die nackte Zelle auch ihre Gestalt verändert. Sie ist oval, ellipsoidisch oder sie fügt sich der Gestalt der Wirtzelle an (Taf. 1, Fig. 7), auch kann sie als ein dicker Wandbelag der Wirtzelle erscheinen (Taf. 1, Fig. 4). Seltener ist die vielkernige Zelle stumpflappig, wie eine Amöbe.

In den ersten Stadien spricht manches dafür, daß sich der Pilz in der Vakuole befindet, ähnlich wie das für *Plasmodiophora Brassicae* angegeben wird. Die jüngsten Stadien liegen dem plasmatischen Wandbelag an (Taf. 1, Fig. 2) und ragen in den Zellsaft hinein, es läßt sich an denselben keine durch das Zytoplasma der Wirtzelle gebildete Bekleidung sehen. Wenn die nackten Plasmakörper herangewachsen sind, scheinen sie nicht selten völlig im Zytoplasma eingebettet zu sein, oder es läßt sich nur an einem

kleinen Teile ihrer Oberfläche ein Vakuolenraum feststellen (Taf. 1, Fig. 3). Im ersten Fall ist es möglich, daß der Parasit den ganzen Zellsaftraum erfüllt hatte (Taf. 1, Fig. 7), im zweiten könnte es auch sein, daß der scheinbare Vakuolenraum durch Schrumpfung entstanden ist. Solange die Wirtszelle lebendig ist, berührt der Parasit nie direkt ihre Zellhaut (Taf. 1, Fig. 4). Es soll jedoch nicht bestritten werden, daß das Zytoplasma der Wirtszelle den Parasiten sekundär ringsherum umgehen kann, wie das in der Zelle Taf. 1, Fig. 4 der Fall zu sein scheint.

Den Parasiten trifft man nur in den Zellen der primären Rinde und auch dies nur an älteren Abschnitten der Wurzel, wo die Rinde in absehbarer Zeit absterben und abgestreift werden soll. Er kommt auch da höchstens nur in den zwei oder drei peripheren Zellschichten vor, meistens beschränkt er sich auf die äußerste lebendige Zellage. Er wächst nur in lebendigen Zellen heran, welche noch einen Kern besitzen, seine Dimension wird durch jene der Wirtszelle derart bestimmt,

daß kleinere Zellen immer kleine, größere relativ große Parasiten enthalten. Der Parasit reizt die Wirtszelle nie zu einem intensiveren Wachstum, wie sich aus ihrem Vergleich mit nicht infizierten Nachbarzellen ohne Weiteres erkennen läßt. Hingegen vermehrt sich nach der Infektion die Zytoplasmamenge in der Wirtszelle wohl dadurch, daß in die Wirtszelle reichliche Nährstoffe strömen. Ihr Kern wächst ebenfalls bedeutend heran, er nimmt nicht selten unregelmäßige Gestalten an (Taf. 1, Fig. 3, 4), enthält einen Nukleolus und ein Kerngerüst, in welchem merkwürdigerweise gar keine individualisierten Chromatinkörner zu bemerken sind, wie sie bei der Zuckerrübe sonst in Kernen vorhanden sind. Bestimmte Beziehungen des Kernes zum Parasiten sind nicht aufzudecken.

Wir wollen nun die Kernvermehrung in den vegetativen Körpern verfolgen. Dieselbe geht auf karyokinetischem Wege vor sich, während der Kernteilung treten im Zytoplasma diffus verteilte winzige Körnchen auf, die sich mit *Heidenhains* Haematoxylin tief schwarz tingieren (Taf. 2, Fig. 39). Der sich zur Teilung vorbereitende Kern verlängert sich ein wenig, an seiner Peripherie tritt eine färbbare Substanz deutlicher auf (Taf. 2, Fig. 34, e, f), an den Polen erscheinen winzige mit *Heidenhains* Haematoxylin tingierbare Körnchen (Taf. 1, Fig. 4), die wohl als Zentriolen zu deuten sind. Unterdessen teilt sich der Nukleolus (Karyosom) in zwei gleich große Hälften, die sich mehr oder weniger deutlich in die Längsachse der Teilung stellen (Taf. 2, Fig. 34 e, f), worauf in der Äquatorialebene eine

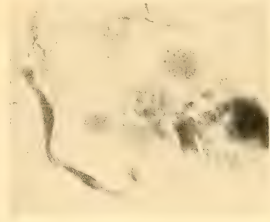


Fig. 4. Rindenzone mit jungen kugelförmigen Sorolpidien (R. Obj. 8a, K. OK. 6).

Kernplatte auftritt (Taf. 2, Fig. 34 g). Dieselbe ist nicht allzu stark tingierbar, auch ist mir ihre Struktur verborgen geblieben. In diesem Stadium sind die Zentriolen nicht mehr so deutlich, wie sie früher waren. Die weiteren Stadien konnte ich leider nicht auffinden. Das Kernplattenstadium mit zwei Tochternukleolen trat mir jedoch häufig entgegen. Diese Kernteilungsart fand ich immer in jüngeren Parasiten.

In älteren ausgewachsenen Parasiten, die sich auch in ziemlich plasmaarmen Wirtszellen befanden, wurde jedoch eine andere Kernteilung beobachtet. Dieselbe zeichnet sich dadurch aus, daß bei derselben die Nukleolen (Karyosomen) früh ganz verschwinden, der Kern erscheint zunächst inhaltsarm, später kommen jedoch die Chromosomen relativ deutlich zum Vorschein. Dagegen sind wieder die Zentriolen kaum zu sehen. Fig. 30 stellt einen Parasiten vor, dessen Kerne deutliche, peripher gelegene Chromosomen, aber je einen sehr kleinen Nukleolus aufweisen. Vergleicht man denselben mit einem früheren Stadium (Taf. 2, Fig. 31), so wird man den Unterschied sehr auffallend finden. Hierauf verschwindet der Nukleolus völlig (Taf. 2, Fig. 32), wogegen er, wie wir gesehen haben, bei den vegetativen Teilungen deutlich erhalten bleibt (Taf. 2, Fig. 36 d). Nun wird die Kernmembran aufgelöst, die Chromosomen ordnen sich zur Kernplatte an und die Teilung geht ganz normal vor sich, wie das die verschiedenen in Fig. 33, Taf. 2 dargestellten Teilungsfiguren beweisen. Außer dieser ersten Teilung, wo die Chromosomen ziemlich klein sind, gibt es noch eine zweite, von der vegetativen abweichende, wo die Chromosomen recht groß, stäbchenförmig sind (Taf. 2, Fig. 34 a, c). Auch bei dieser Teilung gibt es keinen persistierenden Nukleolus.

Diese beiden Teilungen halte ich für Fortpflanzungsteilungen und zwar die letztere für die zweite Fortpflanzungsteilung. Beide findet man in plasmaarmen Wirtszellen, in welchen schon eine Sorosporangien- oder Zoosporenbildung zu erwarten ist. Ihr Kern ist meist schon sehr inhaltsarm oder gar geschrumpft und man sieht in Wirtszellen, welche Zoosporangien enthalten, meist fast kein Zytoplasma mehr sowie einen geschrumpften Kernrest (Taf. 2, Fig. 12 a). Jene Teilung, bei welcher ziemlich dicke stäbchenförmige Chromosomen auftreten, halte ich für die zweite, weil die Tochterchromosomengruppen solcher Teilungen in Parasiten zu finden sind, welche schon die Zoosporangienmembran ausbilden (Taf. 1, Fig. 12 b), oder sogar schon in fertigen Zoosporangien mit schon gefächertem Zytoplasma (Taf. 2, Fig. 17, 18, 35). Die Plasmaportionen enthalten nämlich keinen typischen Ruhe Kern, sondern individualisierte, mehr oder weniger deutlich unterscheidbare Chromosomen, die natürlich in einem Haufen liegen (Taf. 2, Fig. 35, 15, 17, 18). Ich glaube, daß in diesen Plasmaportionen überhaupt kein typischer Kern gebildet wird, sondern daß sich der Chromosomenhaufen, wenn es sich um eine Zoosporenbildung handelt, nochmals teilt (Taf. 2, Fig. 35, 36), doch habe ich Einzelheiten dieses Vorganges nicht erforschen können. Ich folgere das jedoch daraus, daß die definitiven

Plasmaportionen, die zu Zoosporen direkt werden sollen, einen viel kleineren Chromatinhauften enthalten (vgl. Fig. 15 u. 12 a, Taf. 2) als die bei der ersten Plasmateilung entstehenden Portionen. Die Kerne der Zoosporen sind klein, homogen (Taf. 2, Fig. 16, 13), es läßt sich in denselben kein Nukleolus unterscheiden, sie sind peripher gelagert.

Den Vorgang der Plasmafurchung im Zoosporangium konnte ich nicht näher verfolgen. Das Zoosporangium weist recht verschiedene Gestalten auf, offenbar dieselben, welche auch der vegetative Körper direkt vor der Sporenbildung aufgewiesen hatte. An dem nackten Protoplasten erscheint zunächst eine dünne, farblose Membran, die einfach und homogen ist, hierauf traf ich schon Stadien, wo das ganze Protoplasma in einkernige Portionen (Amoe-bulae) geteilt war (Taf. 2, Fig. 15, 16, Textfig. 5). Wie schon hervorgehoben wurde, gibt es Anzeichen, daß diese primären Portionen sich noch teilen können, wodurch Zellen entstehen, die direkt zu Zoosporen werden können (Fig. 12 a,



Fig. 5. Rindenzone mit zahlreichen großen, Zoosporen enthaltenden Zoosporangien (R. Obj. 8 a, K. OK. 6).

Taf. 2). Die Zoosporangien, deren es in einer Zelle mehrere geben kann, öffnen sich an irgend einer Stelle, wohl durch Auflösung der Membran, die dünn und vergänglich ist. Es werden keine Entleerungsschläuche gebildet. Hierauf schwärmen die Zoosporen hinaus, man findet Zellen, in denen sich einerseits noch einige im Zoosporangium, andere schon im Zellraum befinden. Sie besitzen je eine Zilie (Taf. 2, Fig. 12), die auch an fixiertem Material zu sehen ist. Schließlich befinden sich im Zellraum die leeren, teilweise aufgelösten und geschrumpften Membranen der Zoosporangien (Taf. 1, Fig. 9 b, Taf. 2, Fig. 12).

Das Plasma der vegetativen Körper zerfällt in gleich große Portionen. Ich habe nur einen Fall gefunden, wo das nicht der Fall war und wo ein Sporangium neben Portionen von normaler Größe auch viel größere enthielt (Taf. 2, Fig. 14), außerdem gab es in derselben Zelle auch kleine Zoosporangien, die nur je eine große Plasmaportion enthielten. Auch die großen Portionen waren einkernig, die Kerne waren jedoch bedeutend größer als sonst (Taf. 2, Fig. 14). Was mit diesen großen Plasmaportionen geschehen würde, weiß ich nicht zu sagen.

In anderen Wurzelabschnitten, jedoch ebenfalls in Rindenzone, wo sich relativ kleinere vegetative Pilzkörper von derselben Beschaffenheit wie die bisherigen befinden, umgehen sich dieselben mit einer Membran

und zerfallen in einkernige Portionen (Taf. 1, Fig. 8, Taf. 2, Fig. 19), deren Kerne anfangs ebenfalls Chromosomen erkennen lassen. Aber diese Portionen werden nicht durch nachfolgende Teilung kleiner, vielmehr scheiden sie eine Membran aus, die zunächst fein und glatt ist (Taf. 2, Fig. 20), später jedoch höckerförmig (Fig. 21) und dicker (Fig. 22, 27, 28) wird. Die Zellen waren anfangs dicht angehäuft, daher ihre Form polygonal war, und beim ersten Auftreten der Membranen bildeten sie eine Art Parenchym (Taf. 2, Fig. 20). Später runden sie sich etwas ab, gleichzeitig wölben sich an der Membran Höckerchen hervor (Taf. 2, Fig. 21, 22, 27) und es erscheinen in den Ecken zwischen den Zellen verschieden große Interzellularen. Doch bleiben



Fig. 6. Eben abgestorbene äußere Rinde einer Wurzel, deren Zellen Sporangiosori enthalten. In einigen Zellen sind die einzelnen Sporangien gut zu unterscheiden (R. Obj. 8 a, K. O. 6).

die Zellen dauernd mit einander verbunden, obzwar die ursprüngliche äußere, den ganzen Zellhaufen umgebende Membran nicht mehr zu sehen ist. Die Zellen sind einkernig, doch läßt sich der Kern schwer tingieren. Er liegt anfangs peripher (Taf. 2, Fig. 20), später zentral (Fig. 22, 23, 28a). Die Zellmembran ist einfach, farblos oder gelblich bis bräunlich, dicker als

die Membran der großen Zoosporangien. Ihre Höckerchen, welche manchen Zellen am optischen Querschnitt eine sternförmige Gestalt verleihen, sind niedrig, gleich groß, seltener unregelmäßig (Taf. 2, Fig. 28a, b).

Fast immer liegen mehrere solche Zellen beieinander. Sie bilden ein-, zwei- bis mehrschichtige Haufen (Taf. 1, Fig. 10). Sind sie ein- oder zweischichtig, so erscheinen sie — von der Fläche betrachtet — kreisförmig, länglich oder eckig, zuweilen sind sie von recht unregelmäßigen Umrissen (Taf. 2, Fig. 9, 11, Textfigur 6). Die Flächenanordnung überwiegt jedoch. Das hängt wohl meist mit der Gestalt des vegetativen Körpers zusammen im Moment, wo er zur Bildung der Zellen herantrat. Es läßt sich dies daraus schließen, daß es auch Zellgruppen gibt, welche in der Wirtzelle einen förmlichen Wandbelag bilden (Textfigur 2) und die wohl aus einem Protoplasten entstanden sind, der die Form besaß, wie sie in Fig. 4 (Taf. 1) und Textfigur 3 zu sehen ist.

Die eben beschriebenen Zellen halte ich für Sporangien und die ganzen Haufen für Sporangiosori. Sie entstehen ähnlich aus einem vegetativen Körper, der sich mit einer Membran umgeben hatte, durch Furchung des einheitlichen Protoplasten. Die ursprüngliche Membran, welche den Protoplasten völlig umgibt, ist allerdings nicht so dick, wie z. B. bei *Synchytrium*. Die einzelnen Zellen geben später Zoosporen Ursprung.

Bevor sie dies tun, schwellen sie ein wenig an und runden sich mehr oder weniger ab (Fig. 24, 25, Taf. 2). In manchen Fällen konnte festgestellt werden, daß sich in ihnen der Kern sowie das Zytoplasma geteilt hatten (Taf. 1, Fig. 10a, Taf. 2, Fig. 27). Sodann erscheint an irgend einer Stelle der Membran eine rundliche Öffnung und die Zoosporangien gelangen hinaus. Ob die Zahl und Größe der in einem Sorosporangium entstandenen Zoosporen konstant ist, konnte nicht entschieden werden.

Äußerst selten traf ich vereinzelt liegende Sorosporangien (Taf. 2, Fig. 28a), ebenso selten gab es zwischen den sonst gleich großen Sorosporangien ein größeres (Taf. 2, Fig. 2). Die entleerten Sorosporangienwände bleiben aufgebläht (Taf. 2, Fig. 24) oder sie schrumpfen zusammen (Taf. 1, Fig. 9a).

Häufig fand ich in derselben Zelle, wo sich noch ein Sporangiensorus befand (Taf. 1, Fig. 1) schon kleine, runde, einkernige vegetative Parasiten. Sie waren allerdings viel größer als die Zoosporen, die etwa gleich groß oder wenig kleiner sind als jene, welche aus den großen Zoosporangien ausschwärmen. Es ist nicht unmöglich, daß diese vegetativen zilienlosen Zellen aus den Zoosporen entstanden sind, wobei sie sich einerseits durch Vakuolenbildung, andererseits durch Wachstum vergrößert hatten. Kopulation von Schwärmsporen wurde nicht beobachtet.

Nun einige Worte über die Infektion. Ich konnte nicht feststellen, ob sich Zoosporen direkt an Zellwände anheften um dieselben durchzudringen und eine Zelle zu infizieren, oder ob sie vorerst die Gestalt der in Fig. 1 (Taf. 1) dargestellten rundlichen, eventuell amoeboiden (Fig. 1, die Zelle oben) Zelle annehmen. So viel ist sicher, daß sie nur dann heranwachsen, wenn sie in eine lebendige Wirtszelle eindringen und an solchen konnte nicht selten eine lokale Wandverdickung gefunden werden (Taf. 1, Fig. 5), die zapfenförmig in das Zellinnere hineinragte oder nur linsenförmig war, sich auch mit *Heidenhain's* Haematoxylin teilweise intensiv tingierte und nicht infizierten Zellen durchwegs abging. Ich halte dieselbe für die Stelle, wo der Parasit in die Zelle eingedrungen ist, worauf die Öffnung geschlossen und geheilt wurde. Solche Verdickungen befanden sich immer an der äußeren Zellwand, was ebenfalls für ihre Deutung als geheilte Infektionsstellen spricht.

In den infizierten *Beta*-Wurzeln wurden auch Gebilde gefunden, welche den bei anderen Chytridiazeeen bekannten Zysten glichen. Es waren kugelförmige, seltener oblonge (Fig. 38, Taf. 2) Zellen, die mit einer derben, gelblichen bis braunen äußeren (Exine, Exospor) und einer dünneren inneren Membran (Intine, Endospor) versehen waren. Die innere Haut war glatt, die äußere mit Einbuchtungen versehen, die ähnlich wie bei *de Wildeman's Asterocystis* dem optischen Querschnitt durch diese Gebilde ein sternförmiges Aussehen verliehen (Taf. 2, Fig. 37, 38). Sie waren entweder in schon abgestorbenen Resten der Rindenzellen vorhanden, oder in solchen, die noch mit der Wurzel in Zusammenhang standen und die ursprüngliche

Form besaßen. In einigen Fällen wurden sie in derselben Zelle getroffen, wo es auch Sporangiosori gab (Taf. 1, Fig. 11). Ob jedoch diese Zysten ebenfalls in den Entwicklungszyklus von *Sorolpidium* gehören, kann ich nicht entscheiden.

Es wurde schon hervorgehoben, daß die großen Zoosporangien und die Sporangiosori meist in verschiedenen Wurzelabschnitten gebildet werden. Sie kommen nie in einer und derselben Zelle zusammen vor. In den kleinen Rindenzellen der dünnen Faserwurzeln, die auch relativ früh absterben, kommen meist nur Sporangiosori vor (Taf. 1, Fig. 10, 11) und zwar zunächst in den Epidermiszellen. Wenn an solchen Stellen eingestreut große Zoosporangien vorkommen, so befinden sie sich in der subepidermalen (Hypodermis-)Schicht (Taf. 1, Fig. 9). An dickeren Wurzeln, die ein Sekundärwachstum aufweisen, sowie an der Hauptwurzel findet man wieder fast ausschließlich die großen Zoosporangien. Ich erkläre mir das so, daß in weniger ernährten Zellen, die relativ früh absterben, die Sporangiosori entstehen, welche auf einen eventuellen Ruhezustand berechnet sind. In gut genährten Zellen der inneren Rinde in sich verdickenden Wurzeln, welche doch auch als Speicherorgane fungieren, entstehen große Zoosporangien. Möglicherweise kommt auch dem Wassergehalte der Rinden-Zellen eine Bedeutung zu. Wenn zwischen Zellen, in denen große Zoosporangien entstehen, auch solche mit Sporangiosori eingestreut vorkommen, so handelt es sich um isolierte Zellen, die mit dem lebendigen Wurzelgewebe schon die Verbindung eingebüßt haben.

Das bisher über *Sorolpidium* Gesagte wurde an Präparaten aus fixiertem und tingiertem Material gewonnen. Ich habe auch in vivo den Pilz beobachtet und auch da seine wichtigsten Entwicklungsstadien zu Gesicht bekommen.

An Schnitten durch Wurzeln, welche sich eben zu verdicken beginnen, kann man zwischen geschrumpften Rindenzellen nicht selten solche finden, die noch turgeszent und prall mit einer trüben, farblosen oder schwach gelblichen Substanz erfüllt sind. Das sind die Zellen, welche einen in voller vegetativen Entwicklung befindlichen Parasiten enthalten. Seine Kerne sind in vivo nicht zu sehen, treten aber schon nach Behandlung mit Jodlösungen hervor. Jüngere vegetative Stadien habe ich nicht gesehen.

Weiter beobachtete ich in Rindenzellen dünner Seitenwurzeln farblose Bläschen mit größeren oder kleineren Plasmaportionen, was sicher Anlagen von Sporangiosori oder Zoosporangien waren. Die reifen Sorosporangien sind gelblich, entleert sind sie wieder fast farblos. Ich sah denselben auch winzige Schwärmsporen entschlüpfen, da jedoch der Schnitt zu dick war, konnte nichts Näheres ermittelt werden.

## 2. Die Zytologie der Chytridiazeeen.

Eine Systematik der Chytridiazeeen ist nur dann möglich, wenn man auch ihre zytologischen Verhältnisse berücksichtigt. Daher muß hier eine



Übersicht unserer wichtigsten zytologischen Kenntnisse über die Chytridiazeeen sowie verwandte Organismen gegeben werden. Leider beziehen sich die meisten zytologischen Angaben nur auf die Gattung *Synchytrium*, welche allerdings auch gut geeignet zu solchen Untersuchungen ist. Aber schon die über *Synchytrium* bekannten Tatsachen zeigen, daß *Sorolpidium* recht abweichende Verhältnisse aufweist, so daß es kaum zu demselben in eine nähere Beziehung gebracht werden kann. Hingegen können auf Grund zytologischer Verhältnisse die Phytomyxineen zum Vergleich herangezogen werden, insbesondere die eingehend untersuchte Gattung *Plasmodiophora* und *Sorosphaera*.

Über *Synchytrium* besitzen wir Arbeiten von Woronin (1878), Dangeard 1890, Rosen 1893, Harper 1899, Stevens (1903, 1907), Kusano (1907, 1909), Griggs (1908, 1909), Guttentberg (1909) und Percival (1910).

Aus allen diesen Arbeiten ist zu ersehen, daß *Synchytrium* während seines vegetativen Wachstums einkernig bleibt. Es infiziert die Wirtszelle als einkernige Zoospore, welche als nackte Zelle zu wachsen beginnt, bis sie relativ beträchtliche Dimensionen erreicht. Unterdessen wächst auch der Kern des Parasiten, so daß er eine sehr bedeutende Größe erreichen kann. Eine Kernteilung erscheint erst bei Beginn der Fortpflanzung, d. h. wenn sich der Parasit zu einer Dauerspore oder (*Chrysophlyctis endobiotica*) zum Sporangiosporium umwandelt. Stevens und Kusano haben gezeigt, daß diese erste Teilung mitotisch vor sich geht. Auch ein Teil der folgenden Kernteilungen ist mitotisch, hierauf erscheinen jedoch nach Griggs bei *S. decipiens* Amitosen und zwar in zweierlei Form. Nach dieser Periode der Unregelmäßigkeiten kehren wieder Mitosen zurück. Später wird das vielkernige Plasma gefurcht und zwar entweder sukzessive von der Peripherie aus (Harper), oder simultan, ähnlich wie im endospermalen Wandbeleg.

Die mitotischen Kernteilungen von *Synchytrium* unterscheiden sich beträchtlich von jenen des *Sorolpidium*. Der Nukleolus ist nach Kusano zunächst ein Chromatin-Nukleolus, denn aus ihm stammt auch die Chromatinsubstanz. Direkt vor der Kernteilung nimmt er den Charakter der gewöhnlichen Plastin-Nukleolen an. Als solcher kann er ins Zytoplasma ausgestoßen werden, wo er einer Auflösung anheimfällt. In den Tochterkernen entsteht der Nukleolus (Karyosom) aus den Spindelfasern und Chromosomen.

Die vegetativen Mitosen von *Sorolpidium* zeigen ein ganz anderes Verhalten. Es läßt sich nichts ausfindig machen, was dazutun könnte, daß der Nukleolus Material zur Bildung von Chromosomen abgäbe. Er persistiert und teilt sich, und wird nicht ins Zytoplasma ausgestoßen. Bei *Synchytrium* erscheinen während der Telophase Strahlungen, welche der Kernmembran Ursprung geben. Das ist bei *Sorolpidium* nicht der Fall, hier sind in einigen Kernteilungsstadien Zentriolen zu beobachten, wie sie

für manche Kryptogamen typisch sind, d. h. als Verdickungen der Zellmembran. Amitosen wurden überhaupt nicht gefunden. Auch die Fortpflanzungsteilungen von *Sorolpidium* weisen keine Ähnlichkeit mit *Synchytrium*-Teilungen auf.

Ich halte diese zytologischen Untersuchungen für so wichtig, daß ich *Sorolpidium* nicht mit *Synchytrium* in einer Familie vereinigen kann. Diese Unterschiede sind meiner Meinung nach nicht Anpassungs- sondern Organisationsmerkmale, beide Gattungen leben ja intrazellulär parasitisch, da könnten also in ihren Anpassungsmerkmalen bedeutendere Ähnlichkeiten erwartet werden. Mit Recht betont übrigens Pavillard (1910, p. 526), daß man bei den Pilzen überhaupt nichts kennt, was den zytologischen Verhältnissen von *Synchytrium* analog wäre.

Wir wollen nun die Monolpidiaceae näher betrachten. Leider sind ihre zytologischen Verhältnisse bisher wenig erforscht, man kann vorderhand fast nur die Arbeit von Faworskij (1910) anführen. Seine Angaben beziehen sich auf *Olpidium Brassicae* Wor. Der Parasit dringt nur in die oberflächlichen Zellen von *Brassica* (Rhizodermis, äußere Rinde), nie in das Pleromgewebe. Er erscheint zunächst in der Wirtzelle als nackte einkernige Zelle, deren Zytoplasma recht vakuolig ist. Der Kern besitzt einen peripher gelagerten spindelförmigen Nucleolus. Der Kern teilt sich, gleichzeitig wächst der vegetative Körper, bis er vielkernig wird. Hierauf zerfällt er in Zoosporen, nachdem er eine dünne Membran gebildet hatte. Die Kernteilung wurde nicht gesehen.

Die Struktur und Entwicklung des vegetativen Körpers von *Olpidium Brassicae* ist sehr ähnlich jener von *Sorolpidium*. Wenn bei jener das große Zoosporangium einen Entleerungsschlauch bildet, bei diesem nicht, so ist das wohl kein prinzipieller Unterschied. Der Schlauch dringt ja auch bei *Olpidium Brassicae* nicht immer aus der Wurzel heraus, so daß die Zoosporen in das Wurzelgewebe selbst entleert werden können. Das ist ein Anzeichen, daß hier der Schlauch nicht mehr ganz vorteilhaft fungiert und sein völliges Ausbleiben bei anderen Formen könnte nicht als ein allzugroßer Unterschied betrachtet werden.

*Olpidium* bildet Dauerzysten, die jenen, welche wir in Rübenwurzeln gefunden haben, gleich gebant sind. Leider kann ich nicht sicher behaupten, daß die letzteren zu *Sorolpidium* gehören, es ist dies jedoch wohl möglich, Sporangiosori kommen bei *Olpidium Brassicae* nicht vor. Das ist ein Unterschied, der sich vielleicht dadurch erklären ließe, daß *Olpidium* nicht Bedingungen ausgesetzt ist, welche die Bildung von Sporangiosori auslösen würden. Jedenfalls weist *Sorolpidium* viel mehr Ähnlichkeit mit *Olpidium* als mit *Synchytrium* auf.

### 3. Die Plasmodiophorazeen und die Merolpidiazeen.

Vergleicht man die vegetativen Stadien sowie die Teilungsfiguren von *Sorolpidium* und *Plasmodiophora*, so wird man sich nicht dem Eindruck

einer auffallenden Ähnlichkeit zwischen beiden entziehen können. Die vegetativen Amöben von *Plasmodiophora* sind anfangs einkernig, sie wachsen und vermehren ihre Kernzahl gerade so wie *Sorolpidium*. Die vegetativen Mitosen zeigen dieselbe Eigentümlichkeit, nämlich die Persistenz des sich teilenden Nukleolus (Karyosom), auch die Verhältnisse der Zentriolen sind identisch (vgl. Faworski 1910). Auch die Fortpflanzungsteilung zeigt bei beiden Organismen dieselbe Eigentümlichkeit, nämlich das Verschwinden des Nukleolus. Würde *Sorolpidium* nur die Sporangien bilden, so könnte man beide Organismen geradezu zu einer Gattung rechnen, wenn man nämlich die einzelnen Sporangien als Sporen auffassen würde.

Man muß aber auch die Unterschiede hervorheben. *Plasmodiophora* bildet keine Membran um ihren vegetativen Körper, wenn sie sich zur Fortpflanzung anschickt. Doch könnte dies mit der Lebensweise zusammenhängen. Sie lebt im Plerom, wo sie kaum der Gefahr eines Austrocknens ausgesetzt ist, wie darauf auch Lots'y (1907, p. 403) hingewiesen hat und damit könnte es zusammenhängen, daß sie die Membran nicht ausbildet. Die mit *Plasmodiophora* sicher verwandte *Sorosphaera* bildet jedoch eine Membran.

Wenn mehrere Amöben von *Plasmodiophora* in einer Zelle eingeschlossen sind, so sollen sie zu einem Plasmodium verschmelzen. Doch ist dieser Vorgang zweifelhaft, da nach Maire und Tison (1909) die einzelnen Amöben nur dicht nebeneinander liegen, aber ihre Individualität darin bekunden, daß im ganzen Aggregat die Mitosen nicht gleichzeitig vor sich gehen.

Prowazek (1905) hat für *Plasmodiophora* einen Zerfall des Plasmodiums in einkernige Partien beschrieben, die jedoch hierauf paarweise verschmelzen sollen, worauf auch eine Kernverschmelzung erfolgen soll. Aber dieser Vorgang wird von Maire und Tison entschieden bestritten (1909). Sie erklären die von Prowazek beschriebenen Erscheinungen für zufällige Abnormitäten. Vielleicht handelt es sich in der Tat um Abnormitäten, welche bei der Sporenbildung von *Plasmodiophora*, wie ich mich selber überzeugt habe, nicht selten vorkommen und auf die auch Faworski (1910) aufmerksam macht. Sie bestehen darin, daß in einigen Zellen ungleich große Sporen gebildet werden, so daß neben solchen von normaler Größe andere bedeutend größere entstehen.

Jüngst sind auch wichtige Arbeiten über die Zytologie von *Sorosphaera* erschienen, eine von Maire und Tison (1909), die anderen von Blomfield und Schwartz (1910) sowie von Schwartz (1910). Sowohl *Sorosphaera Veronicæ* als auch die von Schwartz (1910) beschriebene *Sorosphaera Junci* stimmen in ihren zytologischen Verhältnissen mit *Plasmodiophora* überein, somit auch mit *Sorolpidium*. Einzellige nackte Amöben entwickeln sich in der Wirtzelle zu vielkernigen vegetativen Körpern, ihre Kerne teilen sich simultan und zwar vorerst ähnlich

wie bei den vegetativen Mitosen von *Plasmodiophora*, d. h. das Karyosom persistiert und teilt sich. Die einzelnen Amöben verschmelzen nicht zu einem Plasmodium, sie sollen sich zuweilen in mehrere vegetative Amöben teilen. Die reproduktiven Teilungen werden durch ein Verschwinden des Karyosoms eingeleitet, die färbbare Substanz soll zum größten Teile ins Zytoplasma auswandern. Hierauf folgen zwei reproduktive Teilungen, die von Maire und Tisson für allotyp, von Blomfield und Schwartz für normal gehalten werden. Das Zytoplasma furcht sich schließlich in einkernige Partien, die zunächst unregelmäßig verteilt sind, aber später zu einer Hohlkugel sich anordnen und mit einer Membran sich bekleiden. Die Sporenkeimung ist unbekannt.

Ganz ähnlich verhält sich *Sorosphaera Junci*. Sie lebt in der Rhizodermis oder in der Wurzelrinde einiger *Juncus*-Arten, verursacht jedoch weder eine Vergrößerung der Wirtszellen, noch ihre Teilung, was wohl mit der Inaktivität der infizierten Zellen, welche früh die Teilungsfähigkeit verlieren, zusammenhängt (Schwartz 1910, p. 518). Schwartz beschreibt für *Sorosphaera Junci* ebenfalls eine vegetative Teilung der Amöben (Schizogonie). Die vegetativen Kernteilungen sind jenen von *Plasmodiophora* und *S. Veronicæ* ganz ähnlich. Vor der Sporenbildung verschwindet das Karyosom in den Kernen, das Zytoplasma wird chromidienreich. Die Kerne erscheinen wie leer, es entsteht hierauf in denselben neues Chromatin. Dann zerfällt das Plasma in einkernige Amöbulae, in denen zwei Kernteilungen erfolgen. Hierauf umgibt sich jede Zelle mit einer Zellmembran und stellt eine Spore vor. Diese ist einkernig. Ein ähnlicher Zerfall der Amöben in Amöbulae vor den reproduktiven Teilungen wird von Blomfield und Schwartz auch für *S. Veronicæ* beschrieben. Nach Maire und Tison geht derselbe während der ersten reproduktiven Teilung vor sich. Solche Amöbulae konnten wir auch bei *Sorolpidium* feststellen. Meine Figuren 35, 36, Taf. II. entsprechen auffallend den Fig. 17 und 23 von Schwartz. Doch scheint Schwartzs Material geeigneter zur Untersuchung in dieser Beziehung zu sein als das meinige.

‡ Die Sporen von *Sorosphaera Junci* ordnen sich zu Hohlkugeln oder länglichen Hohlkörpern an, sie können auch einfache Reihen bilden, z. B. in den Wurzelhaaren. Dann sind sie auffallend den Sporangienreihen ähnlich, welche *Rhizomyxa* bildet, wie das aus dem Vergleich der Schwartz'schen Fig. 12 u. 13 mit jenen von Borzi u. Fischer (1892, Fig. 10) ohne Weiteres hervorgeht. Es ist auch in der Tat höchst wahrscheinlich, daß *Rhizomyxa* eine *Sorosphaera* vorstellt, die Anordnung der Sporen hängt bei beiden bedeutend von der Gestalt der Wirtszelle ab. Die Sporenkeimung von *Sorosphaera* ist unbekannt, jene von *Rhizomyxa* kennen wir wohl. Hier handelt es sich um Sporangien, denn jedes sporenähnliche Gebilde gibt einer oder mehreren Zoosporen Ursprung. Wenn dem auch bei *Sorosphaera* so wäre, so könnten wir dieselbe in eine nähere Verwandtschaft mit *Rhizo-*

*myxa* bringen somit auch mit den Myxochytridineen. Dann wäre auch *Plasmodiophora* selbst in eine Beziehung zu den Chytridiazeeen bringen. Ihre Sporen wären als Sporangien zu betrachten, die nur eine Zoospore bilden. *Plasmodiophora* könnte eine Myxochytridinee sein, die sich nur durch monospore Sporangien fortpflanzt, besser gesagt, nur diese eine Fortpflanzungsart ist bekannt. Ihre Amöben differenzieren vor der Sporangienbildung nicht einmal eine Membran. Dies ist jedoch bei *Sorosphaera* meist der Fall (Schwartz 1910, p. 517), obwohl dieselbe auch hier fehlen kann. Auch von *Sorosphaera* sind nur Sporangiosori bekannt. *Tetramyxa* ist leider zu wenig bekannt, um ihre Stellung hier diskutieren zu können. *Sorolpidium* bildet um ihre Sporangiosori immer eine deutliche Membran aus, welche jedoch nach ihrer Ausbildung verschwindet, außerdem erscheinen hier auch große Zoosporangien und vielleicht auch Dauerzysten. Sollte *Rhizomyxa* zu *Sorosphaera* gehören, so besäße auch diese Dauer-sporen, resp. Cystosori.

Ich reproduziere hier nur *Möglichkeiten*, welche mir beim Studium der neuen Chytridiazee erschienen sind und die psychologisch wohl zu erklären sind. Sie können wenigstens zu bestimmt gerichteten Untersuchungen Anlaß geben. Man sieht, daß eine erneute Untersuchung von *Rhizomyxa* dringend erboten ist. Daß, wenn von *Plasmodiophora* und *Olpidium brassicae* nicht Reinkulturen zu erzielen wären, wenigstens Infektionsversuche mit beiden Organismen auszuführen wären, um zu erfahren, ob dieselben vielleicht nicht zusammengehören. Ebenso wäre durch Infektionsversuche ein strikter Nachweis zu versuchen, daß die Zoosporangien und die Sporangiosori von *Sorolpidium* sicher zu einander gehören. Die Sporenbildung bei *Plasmodiophora* wäre in Bezug auf die Angaben von Pro w a z e k über die Autogamie (mit Rücksicht auf die Abnormitäten bei der Sporenbildung) neu zu untersuchen, ebenso jene von *Sorosphaera* in Bezug auf die Bedeutung der Amöbulae sowie der in denselben vorkommenden Kernteilungen. Schließlich wäre die Keimung der *Sorosphaera*-Sporen sowie jener von *Plasmodiophora* (in Bezug auf die Angaben von F a w o r s k i j) zu verfolgen.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der eben genannten Gattungen könnten dadurch in ein neues Licht gestellt werden. So viel ist sicher, daß *Synchytrium* mit *Sorolpidium* sowie mit *Olpidium* selbst sehr wenig gemeinschaftliches hat. Wahrscheinlich wird man auch die Familie der Merolpidiazeeen als eine unnatürliche anders begrenzen müssen.

#### 4. Die Beziehungen des Parasiten zur Wirtspflanze.

Alle mit *Sorolpidium Betae* befallenen Pflanzen stammen aus dem Versuchsgärtchen meines Institutes. Teils wurden die Pflanzen im Freien, teils im Gewächshaus (im Kalthause) gezogen. Die im Freien gezogenen

Pflanzen wurden Ende Juli untersucht, die im Kalthaus wachsenden während des ganzen Jahres.

Es gab gar keine äußere Krankheitserscheinungen an den infizierten Wurzeln. Es hängt dies wohl damit zusammen, daß die Rhizodermis sowie die Rinde ein recht inaktives Gewebe vorstellen, das bei der Rübe einem relativ frühzeitigen Absterben geweiht ist, besonders an Wurzeln, welche eine sekundäre Verdickung erfahren. Somit kann geschlossen werden, daß *Sorolpidium* der Pflanze keinen Schaden verursacht, denn die infizierten Zellen würden ja so wie so früh absterben. Ja es scheint, daß die Infektion zuweilen ihr Leben verlängert, da man nicht selten zwischen kollabierten nicht infizierten Zellen solche findet, die turgeszent sind und *Sorolpidium* beherbergen. Es bleibt jedoch zu untersuchen, wie sich der Parasit jüngeren Pflanzen gegenüber verhält, sowie ob bei reichlicher Infektion dennoch nicht Krankheitserscheinungen an der Rübe verursacht werden.

Jedentalls hat *Sorolpidium* nichts mit den sog. Rübenkröpfen zu tun, an welche ich (auf Grund der Brzezinski'schen Angaben) bei der Entdeckung des Parasiten gedacht habe. Bei mikroskopischer Untersuchung wurde jedoch im Kropfgewebe nichts gefunden, was zum *Sorolpidium* in Beziehung gebracht werden könnte.

Prag, Pflanzenphysiol. Institut der k. k. böhm. Universität.

## Literaturverzeichnis.

- Blomfield and Schwartz, 1910, Some observations on the tumours on *Veronica Chamaedrys* caused by *Sorosphaera Veronicae*. Annals of Botany, N. 24.
- Borzi, 1884, *Rhizomyxa*, Nuovo Ficomicete. Messina.
- Dangeard, 1890, Recherches histologiques sur les champignons. Le Botaniste.
- Faworskij, W. J., 1910, Neues über Zytologie und Entwicklungsgeschichte von *Plasmodiophora Brassicae*. (Russisch mit Franz. Res.) Ber. d. Naturforschenden Ges. Kiev. Bd. XX., p. 149.
- Fischer, A., 1892, Phycomycetes. In Rabenhorsts Kryptogamen-Flora. Abt. IV.
- Goebel, K., 1884, *Tetramyxa parasitica*. Flora, Bd. 52, p. 517.
- Griggs, R. F., 1909, Mitosis in *Synchytrium*. Bot. Gar. N. 48.
- Griggs, R. F., 1909, Some aspects of amitosis in *Synchytrium*. Bot. Gaz. N. 47.
- Guttenberg, H. v., 1909, Cytologische Studien an *Synchytrium*. Gallen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 46.
- Horn, S. A., 1909, Internal disease of Potatoes. Annales mycologici, 7. p. 286.
- Kusano, S., 1907, On the cytology of *Synchytrium*. Centralblatt f. Bakteriologie etc. 2. Abt. Bd. 19.
- Kusano, S., 1909, A contribution to the cytology of *Synchytrium* and its Hosts. Bull. of the Coll. of Agriculture, Tokyo, V. 8.
- Maire et Tisson, 1909, La cytologie des Plasmodiophoracées et la classe des Phytomyxinae. Annales Mycologici, V. VII.

Molliard, M., 1909, Une nouvelle Plasmodiophoracée parasite du *Triglochin palustre*. Bull. soc. bot. France. 1. 56.

Nawaschin, S., 1899, Beobachtungen über den feineren Bau und Umwandlungen von *Plasmodiophora Brassicae* Woron. im Laufe ihres intracellularen Lebens. Flora. Bd. 86. p. 404.

Pavillard, J., 1910, État actuel de la Protistologie végétale. Progr. rei botan. Bd. 3., p. 474.

Percival, J., 1910, Potato „Wart“ disease: the life history and cytology of *Synchytrium endobioticum* (Schibb.) Perc. Centralblatt für Bakter. 2 Abt. Bd. 25.

Prowazek, S., 1902, Zur Kerntheilung der *Plasmodiophora Brassicae* Woron. Oesterr. bot. Zeitschr. 52. Jahrg., p. 213.

Prowazek, S., 1905, Über den Erreger der Kohlhernie etc. Arbeiten a. d. kais. Gesundheitsamte, Bd. 22, p. 396.

Rosen, F., 1893, Studien über die Kern- und Membranbildung bei Myxomyceten und Pilzen. Beitr. z. Biol. d. Pf. Bd. 6.

Schwartz, E. J., 1910, Parasitic root diseases of the *Juncaceae*. Annals of Botany, N. 24, p. 511.

Stevens, F. L. and A. C., 1903, Mitosis of the primary nucleus in *Synchytrium decipiens*. Bot. Gaz., N. 35.

Woronin, M., 1868, Entwicklungsgeschichte von *Synchytrium Mercurialis*. Bot. Ztg. p. 83

Woronin, M., 1878, *Plasmodiophora Brassicae*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 11

Wildeman, E. de, 1893, Notes mycologiques. Ann. de la Soc. Belge de Microscopie. T. XVII., 1893.

## Tafelerklärung.

Die Präparate wurden mit einer Reichertschen Immers.  $\frac{1}{12}$  und einem Komp. OK. 6 untersucht. Bei dieser Vergrößerung wurden auch die meisten Figuren gezeichnet. Die Fig. 9, 11 wurden bei einer schwächeren Vergrößerung (Reich. Obj. 8a, K. OK. 6), die Fig. 13, 32—34 bei einer stärkeren (R. Imm.  $\frac{1}{12}$ , K. OK. 8.) gezeichnet. Alle Figuren beziehen sich auf *Sorolpidium Betae* in Wurzelzellen von *Beta vulgaris*.

Fig. 1. Rindenzelle mit einem schwarz tingierten Sporangiensusus und drei jungen einkernigen Parasiten.

Fig. 2. Rhizodermiszelle mit zwei einkernigen Parasiten. Der Kern des oberen schiebt sich zur Teilung an.

Fig. 3. Große Rindenzelle mit mehreren vielkernigen Parasiten.

Fig. 4. Große Rindenzelle mit einem fast der ganzen Zellwand anliegenden veget. *Sorolpidium*.

Fig. 5. Wandverdickung (Infektionsstelle?) einer infizierten Rindenzelle.

Fig. 6. Zweikerniges Stadium.

Fig. 7. Ein den ganzen Zellsaft Raum einnehmender Parasit.

Fig. 8. Rhizodermiszelle mit drei Parasiten, die sich eben zu Sporangiensori umwandeln.

Fig. 9. a) Rhizodermiszelle mit einer Gruppe von geschrumpften Sporangien.

b) Rindenzelle mit entleerten großen Zoosporangien und zwei freien Zoosporen.

Fig. 10. Rindenzellen mit entleerten Sorosporangien. In der Zelle ein dreikerniges Sporangium.

Fig. 11. Rindenzelle mit Sorosporangien und zwei Zysten.

Fig. 12. a) Rindenzelle mit großen Zoosporangien. b) Zelle mit Parasiten, deren Kerne eben die zweite reproduktive Teilung durchmachen.

Fig. 13. Schwärmsporen, aus den großen Zoosporangien ent schlüpft.

Fig. 14. Zoosporangien mit abnorm großen Plasmaportionen.

Fig. 15, 16, 18. Zoosporangium mit eben gefurchtem Zytoplasma.

Fig. 17. Zytoplasma eines Zoosporangiums mit Kernanlagen.

Fig. 19—22. Entwicklung der Sporangiensori.

Fig. 23. Ein fertiges Sorosporangium.

Fig. 24—26. Aufgeblähte und entleerte Sorosporangien, teilweise mit Öffnungen.

Fig. 27. Schwärmsporenbildung in Sorosporangien.

Fig. 28. a) Regelmäßig, b) Unregelmäßig höckeriges Sorosporangium.

Fig. 29. Junges *Sorolpidium* mit typischen Kernen.

Fig. 30. Ein *Sorolpidium*, in dessen Kernen das Karyosom kleiner wird.

Fig. 31. Individuum mit sehr großem Karyosom und peripher gelagertem

Kernretikulum.

Fig. 32. Teil eines Individuums, in dessen Kernen das Karyosom völlig verschwunden ist.

Fig. 33. Verschiedene Stadien der ersten reproduktiven Kernteilung.

Fig. 34. a, b, c, zweite repr. Kernteilung d, e, f, g, h, vegetative Kernteilung mit sich teilendem Karyosom (34g kreuzförmige Figuren).

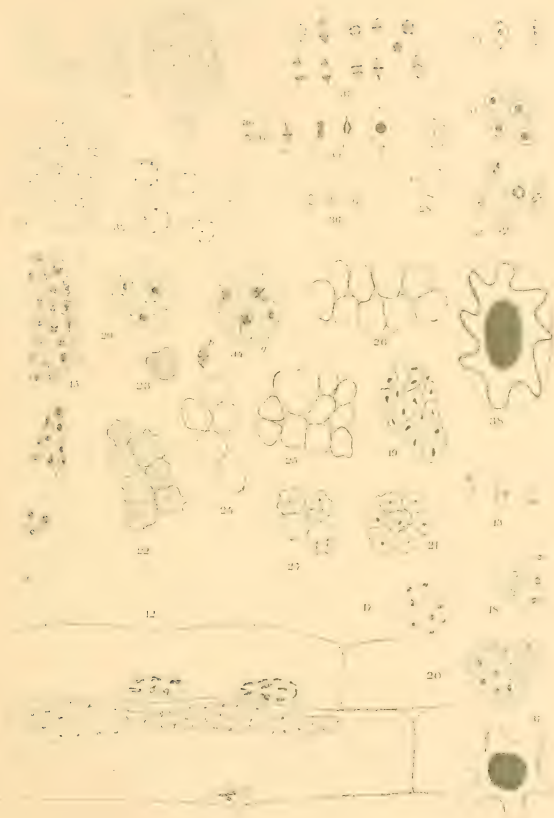
Fig. 35, 36. Kernteilungen in gefurchtem Plasma der großen Zoosporangien.

Fig. 37., 38. Dauerzysten.











# Weitere Untersuchungen über die Regeneration.

## III.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. böhmischen Universität in Prag.)

Von

Dr. B. NĚMEC.

(Mit 22 Textfiguren.)

Vorgelegt am 10. März 1911.

Während meiner Untersuchungen über Regenerationserscheinungen bei *Streptocarpus Wendlandii* (Němec 1907) sind mir einige Fragen aufgetaucht, welche mir eine weitere Beschäftigung mit dieser hochinteressanten Pflanze aufgenötigt haben. Nachdem ich zur Überzeugung gekommen bin, das hier die Regenerationstätigkeit durch die Entfernung oder Beschädigung des Basalmeristems, eventuell durch eine genügend starke Herabsetzung seiner Tätigkeit ausgelöst wird, bin ich zur Beantwortung der Frage herangetreten, was man an der Pflanze durch verschiedenartige Einschnitte erreichen könnte. Ich habe mit solchen Einschnitten an Wurzeln einige wichtige Ergebnisse erreicht (1905) und ihre Anwendung hat auch bei *Streptocarpus Wendlandii* zu interessanten Resultaten geführt.

Einige Pflanzen, über welche schon in meiner ersten Mitteilung berichtet wurde, hielt ich weiter in Kultur und einige Erscheinungen, die ich an denselben beobachten konnte, werden hier beschrieben. Als Ergänzung der früheren Versuche habe ich einige Versuche mit isolierten Blättern von *Streptocarpus caulescens* ausgeführt.

\* \* \*

Die heranwachsenden Keimblätter der *Str.*-Arten zeigen ein ausgeprägtes basales Wachstum. Ebenso verhalten sich die Folgeblätter der rosulaten und kauleszenten Arten; entfernt man ihnen die Spitze oder trägt eine Längshälfte des Assimilationsorganes ab, — wobei natürlich der Blattstiel geschont bleiben muß, — so wächst nach dem Vorübergang des Wundshockes das basale Meristem normal weiter (Figdor 1907,

p. 47 ff). Figdor beobachtete an drei so operierten Laubblättern von *Str. caulescens* (Kirkii) das Auftreten von jungen Adventivbildungen auf der unteren Seite der Mittelrippe, was er als Folge der Verletzung dieser aufstellte.

Ich habe erfahren wollen, wie sich isolierte Blätter von *Str. caulescens* verhalten werden. Daß sie Adventivbildungen produzieren werden, war schon noch Figdors Befunden zu erwarten. Wichtiger war es zu erfahren, ob sie ebenso, wie dies unter bestimmten Bedingungen isolierte Blattspreiten von *Str. Wendlandi* tun, ein ausgiebiges basales Wachstum aufweisen werden.

Am 16./2. 1907 wurden verschieden große Laubblätter noch nicht blühenden, üppigen, 3—5 Blattpaare aufweisenden Pflanzen von *Str. caulescens* abgeschnitten, einige mit dem Blattstiel, andere dicht unter der Basis der Blattspreite und horizontal auf feuchten Sand gelegt, der mit Knopscher Lösung befeuchtet war. Die Schnittflächen wurden mit dem Sand bedeckt.

Die Kulturen befanden sich im Institut in einem geheizten Zimmer unter einer Glasglocke dicht an einem nach Westen orientierten Fenster.

Am 8./3. sind die meisten Blätter — die jüngsten ausgenommen — bewurzelt. Am 21./3. sind auch die jüngsten Blätter mit Adventivwurzeln versehen. Es erscheinen also bei ganz jungen Blättern die Adventivwurzeln später, als bei älteren. Am 19./7. wurden an einigen Blättern an ihrer Basis dicht oberhalb der Schnittfläche Adventivpflanzen festgestellt. Die jüngsten Blätter entbehren wiederum der Adventivsprosse. Die Blätter haben sich unterdessen nicht unbeträchtlich vergrößert und sind stark bewurzelt. Die Wurzeln entspringen meist der Wundfläche; seltener sprossen sie dicht oberhalb derselben hervor, ähnlich wie die Adventivsprosse, oder sie werden auch von der Basis der Adventivpflanzen selbst gebildet. Die Adventivpflanzen waren höchstens 2 cm hoch. Ursprünglich waren die Spreiten der isolierten Blätter ziemlich eben, während des Versuches hatten sie sich stark epinastisch gekrümmt, so daß ihre Ränder auffallend nach unten zurückgeschlagen erschienen. Die Adventivsprosse zeigen häufig Unregelmäßigkeiten in der Stellung der ersten Blätter. Es kommen allerdings auch Pflänzchen vor, deren Blätter von Anfang an regelmäßig paarweise dekussiert stehen. Bei anderen Pflänzchen sind die ersten zwei Blätter ungleich groß, ja zuweilen ist eines normal entwickelt, an Stelle des anderen findet man nur ein winziges behaartes Höckerchen oder ein stielartiges Gebilde ohne Spreite. Weiter gibt es Fälle, wo an der Basis des Sprosses drei ungleich große Blätter in einem Wirtel stehen, eines oder sogar zwei können ebenfalls nur als Höckerchen entwickelt sein. Dichotom an ihrem Ende geteilte Blätter waren keine Seltenheit.

Das Wachstum der isolierten Blätter wird am besten aus der nachfolgenden Tabelle erhellen.

	Urspr. Länge d. Blattes 16./2. in mm	Länge am 19./7. in mm	Urspr. Breite d. Spreite in mm	Breite am 19./7. in mm	Anzahl d. Wurz. 8./3.	Anzahl d. Wurz. 21./3.	Anz. d. Adventiv- spr. 19./7.
I.	4·5	10	6	9	—	2	—
II.	5	10	5	12	—	1	—
III.	8	16	7	13	—	2	—
IV.	7·5	12	7	11	—	2	—
V.	8·5	15	11	14	1	2	—
VI.	12·5	15	10	13	4	5	—
VII.	11·5	23	10	16	4	4	—
VIII.	12·5	29	11	22	3	4	—
IX.	13	30	11·5	20	4	5	1
X.	13	35	14	22	5	5	—
XI.	20	40	16	35	5	7	2
XII.	19	35	14	25	4	6	1
XIII.	14	30	15·5	25	5	6	—
XIV.	15	30	16	26	5	7	1
XV.	15	35	15	27	5	8	2

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, daß die Blätter Nr. I, II, IV, VI dicht unter der Basis ihrer Spreite abgeschnitten wurden, der Blattstiel hat sich auch während des Versuches nicht entwickelt. Hierin unterscheidet sich das Verhalten dieser Blätter von jenem des *Str. Wendlandii*, bei denen das Mesokotyl vom Basalmeristem nachgebildet werden kann. Die Blätter III, VII und VIII wurden dicht oberhalb der Basis des Blattstieles abgeschnitten, die Blätter IX, XI, XII besaßen den ganzen Blattstiel, X und XIII wurden dicht unter der Basis der Blattspreite, XIV und XV in der Mitte des Blattstieles abgeschnitten.

Aus diesem Versuche ist ersichtlich, daß isolierte Blätter von *Str. caulescens* erheblich wachsen können und zwar sowohl ganz junge, als auch ältere Blätter. Die größten Zuwächse weisen Blätter auf, welche sonst dem Stiele abgeschnitten wurden, ohne Blattstiel wachsen die Spreiten schwächer. Da der Versuch am 19./7. abgebrochen wurde, weiß ich nicht anzugehen, ob isolierte junge Blätter die normale Größe von Blättern, welche mit der Mutterachse in Verbindung stehen, erreichen würden, es scheint mir dies jedoch wahrscheinlich zu sein, besonders wenn man um rechtzeitige Entfernung von eventuellen Adventivpflanzen sorgen würde.

Junge isolierte Blätter bilden später als die älteren Adventivwurzeln aus, sie bewurzeln sich aber immer. In unserem Versuche bildeten die jüngsten isolierten Blätter keine Adventivsprosse, wenn sie auch dieselben später bilden würden, so müssten dieselben jedenfalls später angelegt werden, als an älteren Blättern. Ältere Blätter, die keinen Blattstiel

besassen, haben ebenfalls keine Adventivsprosse entwickelt, ja ihre Bildung wird gehemmt oder verspätet, wenn das Blatt nur die Hälfte des Stieles besitzt. Die Adventivsprosse erschienen immer dicht oberhalb der Schnittfläche an der Oberseite des Blattstieles, an der Spreite treten sie in diesem Versuche nicht auf, obzwar wahrscheinlich ist, daß sie hier später aufgetreten wären. Jedenfalls entstehen sie am frühesten und leichtesten an der Basis des Blattstieles. Daß überhaupt Adventivpflanzen an der Blattspreite und noch dazu an ihrer unteren Fläche auftreten können, hat ja schon Figdor (l. c. p. 50) beobachtet.

Ein anderer Versuch wurde mit ausgewachsenen Laubblättern von *Str. caulescens* angestellt. Es wurde ihnen entweder der ganze Blattstiel oder die Hälfte desselben belassen, der Blattstiel in den Sand gesteckt und die Kultur im warmen Gewächshause gelassen. Die Blätter wurden am 10. 1. 1907 isoliert. Am 19. 7. besitzen die meisten Blätter Adventivsprosse, welche wiederum an der Basis des Blattstieles sitzen. Einige Blätter, besonders jene, denen nur die Hälfte des Stieles belassen wurde, hatten überhaupt keine Adventivsprosse angelegt. Die übrigen besitzen deren 2—3, aber nur einer wächst kräftig, die anderen bleiben viel kleiner. Ich beobachtete 15—16 cm hohe Sprosse, die alle in ihrem oberen Teile normal dekussiert beblättert waren. Die unteren Paare waren auch hier häufig entweder anisophyll, oder die Blätter waren unregelmäßig gestellt, ähnlich wie das schon oben erwähnt wurde.

\* \* \*

Das zweite Keimblatt von *Str. Wendlandii* kann, wie z. B. Goebel (1902) gefunden hat, unter Umständen auch einen Achselsproß bilden. Dies geschieht, wenn das größere Keimblatt so abgeschnitten wird, daß auch das Basalmeristem entfernt wird, wobei die Operation schon zu einer Zeit stattgefunden hat, wo das kleine Keimblatt nicht mehr den Wachstumsmodus des abgetrennten größeren übernehmen kann. Unter solchen Bedingungen werden allerdings öfters auch Adventivsprosse angelegt.

Pischinger (1902 p. 16) hat Versuche, welche für uns in dieser Beziehung von Wichtigkeit sind, an ganz jungen Keimpflanzen angestellt, bei denen eben gerade der Unterschied in der Größe der beiden Kotyledonen makroskopisch deutlich erkennbar war. Es wurde solchen Pflanzen der größere Kotyledon samt dem Basalmeristem oder ohne dasselbe abgeschnitten, worauf in verschiedener Art die Assimilationsfläche ersetzt wurde. Für keinen Fall wird das Auftreten eines Achselsprosses in der Achsel des kleineren Kotyledons angegeben, möglich erscheint es mir, daß ein solches bei der in Fig. 9 abgebildeten Pflanze verlag. Ich habe Versuche mit Pflanzen angestellt, deren größerer Kotyledon 1,8—3 mm lang war. Es wurde denselben (am 15. 4. 1907) die Spreite des größeren



Kotyledons dicht unter dem Basalmeristem abgeschnitten, die Pflanzen dann dicht ans Fenster eines mäßig temperierten (16—19° C) Zimmers gestellt. Bei allen Pflanzen erschien bald in der Achsel des kleinen Keimblattes ein einblättriger Achselsproß, dessen Spreite ohne Ausnahme so orientiert war, daß sie ihre Oberseite der Oberseite des Tragblattes (kl. Keimblatt) zukehrte. Der Achselsproß war deutlich an der Basis des kleinen Keimblattes inseriert, wenn man ihn abriß, so wurde mit ihm immer auch das Tragblatt abgerißen. Es trat in ihn ein Centralcylinder, der sich vom Gefäßbündel des kleinen Keimblattes abzweigte; dadurch, sowie durch die konstante Lage in der Achsel und die gesetzmäßige Orientierung der Spreite ist erwiesen, daß es sich nicht vielleicht um einen Adventiv-, sondern um einen Achselsproß handelt. In einigen Fällen vergrößerte sich das kleine Keimblatt ein wenig, aber deutlich (analog wie bei einigen Versuchspflanzen von Pischinger), in anderen behielt es seine ursprüngliche Größe. Außerdem traten an den meisten Pflanzen noch Adventivsprosse auf. Diese standen am Mesokotyl meist dicht unter der Wundfläche, in einigen Fällen jedoch auch direkt an der Schnittfläche selbst, wie es auch Pischinger gesehen hat. Dieselben stellen sich auch häufig in die Richtung des Mesokotyls, so daß es wirklich den Anschein hat, daß hier eine Restitution vorliegt. Doch nimmt ihre Basis nicht die ganze Schnittfläche ein, und es ist immerhin möglich, daß es sich um einen Adventivsproß handelt, der im Kallus an der Wundfläche entstanden ist, vielleicht haben wir hier ein Analogon zur partiellen Regeneration der Wurzelspitze (Simon 1904).

Wie schon bemerkt, erfährt der kleine Kotyledo nach der Entfernung des größeren häufig einen deutlichen Zuwachs, ähnlich wie in Pischingers Versuchen handelt es sich hier jedoch nur um eine Vergrößerung seiner primären Spreite. Bemerkenswert ist nun der Umstand, daß die Spreite der Adventivsprosse, mögen dieselben direkt an der Schnittfläche oder am Mesokotyl unter derselben entstanden sein, an ihrer Spitze einen primären Zustand aufweist, d. h. der primären Kotyledonarspreite gleich beschaffen ist; sie ist hier nur spärlich drüsig behaart, die spitzen Deckhaare fehlen vollständig, das Mesophyll besteht aus zwei oder drei Zellagen. Alle Adventivsprosse, die ich an älteren Sprossen auftreten sah, begannen sofort mit einer Spreite, die wie der sekundäre Laubblattzuwachs strukturiert war (Němec 1907). Sie besaßen gleich an der Spitze Deckhaare und waren anatomisch dem sekundären Zuwachs ähnlich beschaffen. Die primäre Kotyledonarspreite besitzt keine Deckhaare, ich fand 1 mm lange Spreiten von Adventivsprossen (an Keimpflanzen entstanden), die ebenfalls keine Deckhaare trugen. Meist war jedoch diese Beschaffenheit an das äußerste Ende der Spreite beschränkt. Auch war der kotyledonare Teil von dem sekundären Zuwachs nie durch eine Einkerbung abgesetzt, wie bei den Kotyledonen. Einige Spreiten der Adventivsprosse konnten für ein Mittelding zwischen der primären

und sekundären Spreitenbeschaffenheit gehalten werden. Sie besaßen an ihrer Peripherie Drüsenhaare, an der ganzen Spreitenfläche selbst nur 3—4 borstenförmige Deckhaare. Es liegt hier wiederum ein Beispiel vor für die sehr verbreitete Regel, daß das Entwicklungsstadium, der innere Zustand, der regenerierenden Pflanze auf die Qualität des Regenerates von entscheidender Bedeutung ist (G o e b e l 1906).

Wie an älteren Pflanzen trugen die Adventivsprosse auch an jungen Individuen ein einziges Laubblatt. Ebenso verhielten sich die Achselsprosse. Ich fand nur in einem einzigen Fall an der Basis des Mesokotyls eines Achselsprosses ein winziges höckerförmiges Gebilde, das an der der Blattspreite opponierten Seite lag, ein Drüsenhaar trug und deutlich exogen war, das man vielleicht für ein rudimentär gebliebenes zweites Blatt halten könnte. Es trat in dasselbe kein Gefäßbündel, es bestand offenbar bloß aus einem parenchymatischen Gewebe. Sicherlich handelt es sich da um einen Ausnahmefall, wie ja auch unter Adventivsprossen ausnahmsweise Abnormitäten vorkommen können, so z. B. zweiblättrige Sprosse.

\* \* \*

Wir wissen, daß isolierte Blattspreiten von *Str. Wendlandii* im Stande sind sich bewurzeln und Adventivsprosse bilden. Um meine früheren diesbezüglichen Angaben (N ě m e c 1907) zu ergänzen, habe ich noch mit ziemlich jungen Pflanzen einige Versuche angestellt. Es wurden Keimpflanzen, deren größeres Keimblatt 2—2.5 cm lang war, die Blattspreiten durch einen Querschnitt abgetrennt (am 19./7. 1907), der 3—5 mm oberhalb des Basalmeristems geführt wurde. Hierauf wurden die Blattspreiten mit der Wundfläche in Sand eingesteckt. Nach einem Monat besitzen alle Spreiten 1—4 Adventivsprosse, die dicht oberhalb der Schnittfläche am Mittelnerv oder an den durch den Querschnitt getroffenen Seitennerven sitzen. Alle sind normal orientiert (Unterseite zur Oberseite der Mutterspreite), einblättrig, 0.5—3 cm lang. Die unteren Teile, denen das Basalmeristem belassen wurde, zeigten eine 4—6 cm lange nachgewachsene Spreite, bildeten jedoch keine Adventivsprosse.

\* \* \*

Auch abgetrennte kleinere Teile der Blattspreite von *Str. Wendlandii* können Adventivsprosse bilden, ähnlich wie das F i g d o r (1907) für *Monophyllaea* angibt. Ich habe spezielle diesbezügliche Versuche angestellt um festzustellen, ob sich dadurch vielleicht *Str.* besser als durch Samen (analog z. B. wie *Begonia*) vermehren liesse. Das ist tatsächlich der Fall. Ganz schmale nur 1—1.5 cm breite Streifen der Blattspreite, welche einen Seitennerv besaßen, bildeten noch ganz gesunde gut wachsende Adventivsprosse, diese Adventivsprosse schienen dann während der Kultur resistenter und raschwüchsiger zu sein, als Keimpflanzen.

Am 17./9. 1907 wurde eine 30 cm lange und 22 cm breite Spreite in verschieden große Stücke zerschnitten, die Stücke in Sand mit ihrer Basis eingesteckt und im Vermehrungsraum des Gewächshauses weiter kultiviert. Zunächst wurde die Blattfläche durch zwei längs des Mittelnerven geführte Schnitte abgeschnitten, der Mittelnerv besaß an jeder Seite einen etwa nur 0.5 cm breiten Flügel als Rest der Spreite. Er wurde in drei Stücke zerschnitten und dieselben mit ihrer Basis in den Sand gesteckt. Die Spreitenhälften wurden durch quere, mit den Seitennerven



Fig. 1.

parallele Schnitte in verschieden breite Streifen zerteilt und dieselben mit der dem Medianus zugekehrten Schnittfläche in Sand gesteckt. Am 14./11. 1907 sind alle Stücke gesund und bewurzelt. Die Wurzeln entstehen ausschließlich da, wo die Seitennerven ersten Grades oder die Mittelrippe durchschnitten wurden. Stücke der letzteren besitzen noch keine Adventivspresse, wogegen solche an allen Spreitenstücken zur Anlage gekommen sind. Dieselben sind normal orientiert und sitzen dicht oberhalb der Schnittfläche über den Nerven. Meist sitzen mehrere Adventivspresse bei einander, auch an Streifen, die nur einen Seitennerv enthalten und etwa 1 cm breit sind. Interessant war das Verhalten der Spreitenteile, welche mehrere parallele Seitennerven enthielten. Bei einem solchen Teile, der von der Basis der ganzen Spreite stammte, also ihre jüngsten Teile enthielt, waren an den jüngsten durchschnittenen Seitennerven weder Wurzeln noch Sprosse angelegt. Erst an der Basis eines 3, 6 cm von der

Spreitenbasis entfernten Seitennerven war ein Adventivsproß mit zahlreichen Wurzeln entwickelt. Es werden hier also an älteren Teilen der Spreite früher Wurzeln und Adventivsprosse angelegt als dies an jüngeren geschieht. Anders an Stücken, welche älteren Regionen der Spreite entnommen wurden. Da äußerte sich in den meisten Fällen eine derartige Polarität, daß an den der Basis der Blattspreite genäherten durchschnittenen Seitennerven am frühesten und reichlichsten Wurzeln und Adventivsprosse angelegt wurden, so daß sich hier die Verhältnisse umgekehrt als

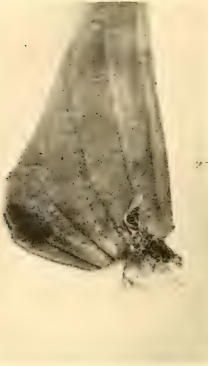


Fig. 2.

in den jüngsten Regionen der Blattspreite gestalten. Aus den Fig. 2--4 sind diese Verhältnisse ganz gut zu ersehen. Die Polarität äußert sich auch darin, daß bei einigen Streifen Adventivsprosse auch in der basiskopen Ecke, wo kein Seitennerv erster Ordnung durchgeschnitten war, entstanden sind. Der größte am 14./11. beobachtete Adventivsproß besaß ein 1 cm langes Mesokotyl und eine 0.6 cm lange Spreite.

Am 8./1. 1908 waren alle Stücke mit Adventivsprossen versehen, diese waren auch viel größer. Die die Mittelrippe enthaltenden Stücke haben an ihrer Basis je einen Adventivsproß gebildet, der 7—9 mm lang war und an der Oberseite knapp oberhalb der Schnittfläche saß. Unter ihm an der Wundfläche sah man einen Büschel von Adventivwurzeln.

Die aus dem jüngsten-Teile der Blattspreite herausgeschnittenen Stücke besaßen ziemlich wenige Adventivsprosse, es war auch in ihrer Verteilung keine Polarität festzustellen. Sonst waren an Stücken, welche mehrere Seitennerven enthielten, an der Basis der basiskopen Nerven mehr und größere Adventivsprosse entstanden, als an den von der Basis der Spreite entfernteren Seitennerven. Stücke, welche nur einen Seitennerv erster Ordnung enthalten, besitzen mehrere Sprosse, welche 2—2.7 cm lang sind. Zwei solche Streifen besaßen 3, einer 2, einer 4, einer 5 Sprosse. Es ist dies auffallend im Vergleiche mit der geringen Produktivität der Mittelrippen (Fig. 1, 5). Die Adventivsprosse sitzen an der oberen Seite der Blattfläche, selten am Kallus, der an der Wundfläche entstanden ist. Sie sind normal einblättrig, nur einen einzigen zweiblättrigen fand ich. Wurden die regenerierenden Wundflächen tief in den Sand gesteckt, so trat an den Adventivsprossen ein Etiolement auf, das sich besonders in einer Überverlängerung des Mesokotyls äußerte. Außerdem war die

Spreite stark hackenförmig herabgekrümmt, analog wie man das bei zahlreichen unterirdisch keimenden oder austreibenden Pflanzen vorfindet.

Alle Adventivsprosse waren vegetativ, welche Erscheinung ich vorläufig nicht weiter diskutieren will. Ich habe schon in meiner ersten Mitteilung angegeben, daß isolierte Blattspreiten mehrmals hintereinander Adventivsprosse bilden können. Ich habe nun erfahren wollen, ob vielleicht die Adventivsprosse früher zur Blüte gelangen, als Keimpflanzen, besonders wenn man die vegetative Vermehrung mehrmals hintereinander



Fig. 3.



Fig. 4.

wiederholen würde. Pflanzen, die im Mai 1906 ausgesät wurden, wurde am 26./11. 1906 die Spreite abgeschnitten und weiter kultiviert. Den an ihr entstandenen Adventivsprossen wurden die Spreiten am 26./2. 1907 abgetrennt und isoliert kultiviert. Sie trugen am 17./9. Adventivsprosse mit bis 12 cm langen und 10 cm breiten Spreiten. Die Adventivpflanzen, unter denen sich eine mit asymmetrischer Spreite befand, wurden samt ihrem Mesokotyl vom Mutterblatt abgetrennt und eingepflanzt. Am 14./11. ist die Spreite des größten Individuums schon 24 cm lang, 12 cm breit, hat ein sehr gesundes Aussehen, am 15./1. 1908 sind schon Blütenstandanlagen zu konstantieren (Fig. 6). Wenn wir also annehmen, der Adventivproß wurde Mitte März 1907 angelegt, so sehen wir, daß er sehr früh zur Blüte gelangte, nämlich etwa nach 10 Monaten. Keimpflanzen brauchen hingegen zur Blütenreife 16—18 Monate.

In einem anderen Versuch wurde am 26./11. 1906 eine 16 *cm* lange, 6·5 *cm* breite Spreite abgeschnitten. Am 16./3. 1907 besitzt sie schon Adventivsprosse, von denen der größte 3·5 *cm* hoch ist. Am 19./7. ist der größte Sproß 19 *cm* lang, er wird isoliert eingepflanzt. Mitte Januar 1908 besitzt er Blütenstandanlagen. Nehmen wir an, die Adventivsprosse wurden am 15. Dezember angelegt, so werden sie schon nach 13 Monaten blühreif. Aus diesen und ähnlichen Versuchen scheint hervorzugehen, daß Adventiv-



Fig. 5.

pflanzen eher blühreif werden, als Keimpflanzen, wie das noch aus nachfolgenden Angaben erhellen wird.

In einem anderen Versuch wurden Samen Mitte Dezember 1905 ausgesät, Mitte Oktober 1906 wurden einigen Pflanzen durch einen im Basalmeristem geführten Schnitt die Spreiten abgeschnitten und weiter kultiviert. Anderen wurden die Spreiten durch einen etwa 5 *mm* unter dem Basalmeristem geführten Schnitt abgetrennt und ebenso weiter kultiviert. Mitte Mai 1907 besaßen die Pflanzen schon ein 2—3 *cm* langes Mesokotyl, jene nur einen mesokotylähnlichen, 5—8 *mm* langen Stummel. Die meisten Blattspreiten zeigten eine symmetrische Verschmälerung in der Zone, welche direkt nach der Verwundung zugewachsen ist. Die Spreiten, welchen ein Stückchen vom Mesokotyl belassen wurde, besaßen schon Mitte Mai 1907 eine Blütenstandanlage; diese Blütenstände sind am 17./9. schon ganz erwachsen, die anderen Spreiten zeigen an der Oberseite der Mittelrippe an der Basis meist unregelmäßige Duplikaturen,

eine Pflanze entwickelt z. B. drei flügel förmigen Spreiten neben einander (Fig. 8), aber noch keine Blütenanlagen. Sie wurde wegen Mangel an Platz nicht weiter kultiviert.

Zum Vergleich sei noch angeführt, daß Pflanzen, welche am 4. April 1907 ausgesät wurden, Anfangs November 1908 ganz junge, unscheinbare oder höchstens 4 cm hohe Blütenstandanlagen besaßen (6./11. 1908). Sie brauchten also zur Blühreife etwa 18 Monate.

Und eben an diesen Pflanzen wurde in einer sehr auffallenden Weise



Fig. 6.

die Erfahrung gemacht, daß Adventivpflanzen früher blühreif werden als gleich alte Keimpflanzen. Einige von diesen am 4. 4. 1907 ausgesäten Pflanzen wurden am 4. 11. 1907, wie später eingehend geschildert werden soll, durch Quereinschnitte unter dem Basalmeristem verwundet. Am Mesokotyl bildeten sich dann Adventivsprosse. In einem Fall stellte die ursprüngliche Spreite ihr Wachstum bald nach der Operation ein und starb nachher. Ein Adventivsproß wuchs sehr intensiv, er hat Mitte November 1908 eine 30 cm lange und etwa 11 cm breite Spreite, an deren Basis sich eine Blütenstandanlage erkennen läßt. Da sehen wir, daß ein Adventivsproß etwa zur selben Zeit blühreif werden kann, wie normale aus Keimpflanzen erwachsene Individuen, die gleichzeitig gesät wurden, wie die Mutterpflanze, an der der Adventivsproß entstanden ist.

Diese Erfahrungen beweisen also, daß Adventivpflanzen eher blühreif werden als Keimpflanzen. Sie sind im Vergleiche mit den letzteren

darin im Vorteil, daß sie einen Teil der von ihrer Mutterpflanze durchgemachten Entwicklungszeit nicht selber durchzumachen haben.

Durch eine Lädigung des Basalmeristems wird die Entwicklungszeit der Pflanzen verlängert. Denn bei Pflanzen, die durch einen 5 mm unter dem Basalmeristem geführten Schnitt verwundet wurden, wurden Blütenanlagen 18 Monate nach dem Aussäen zur Anlage gebracht, hingegen waren solche Anlagen bei Pflanzen, deren Basalmeristem direkt durch den Schnitt getroffen wurde, noch 22 Monaten nach dem Aussäen nicht zu sehen.

Natürlich üben auch äußere Wachstums- und Ernährungsbedingungen auf die Entwicklungsdauer der Pflanzen einen bedeutenden Einfluß aus. Ich kultivierte zwei Pflanzen, die am 11./9. 1906 ausgesät wurden, seit dem 15./1. 1907 im Institut etwa 50 cm weit von einem nach Westen gekehrten Fenster unter einem großen Glassturz. Im Sommer wurden sie vor einer zu starken direkten Sonnenbestrahlung durch einen weißen Schirm geschützt. Erst im Mai 1908 erschienen an den Pflanzen Blütenstandanlagen, die sich gut entfalteten und Samen trugen. Es hat also bei diesen Pflanzen 20 Monate gedauert ehe sie blühreif wurden, was wohl als Folge der relativ schwachen Beleuchtung eventuell auch der schwächeren Transpiration aufzufassen ist. Denn sonst befanden sie sich in demselben Boden und in ebenso großen Töpfen, wie die im Gewächshaus kultivierten Pflanzen, welche um zwei oder drei Monate früher Blütenanlagen zeigten.

Schon Goebel (1902) hat die Möglichkeit ausgesprochen, daß, wenn man die Spreite oberhalb des Basalmeristems abschneidet ohne dasselbe zu beschädigen, das Basalwachstum vielleicht noch intensiver vor sich geht als unter normalen Bedingungen. Ich kann das bestätigen. Denn so verwundete Pflanzen haben schließlich Spreiten gebildet, die im allgemeinen länger waren, als Spreiten ebenso alter normaler Pflanzen. Dafür waren diese breiter. Ich habe jedoch nur die definitiven Dimensionen festgestellt, will aber später noch den Wachstumsvorgang selbst messen. Auch die Blütezeit wird bei Pflanzen, die der Spreite oberhalb des Basalmeristems beraubt wurden, nicht verschoben. Auch war an ihnen keine traumatische vorübergehende Spreitenverschmälerung zu sehen. Offenbar wirkt eine unter dem Basalmeristem verübte Verwundung viel intensiver auf das Basalwachstum.

Ich habe in meiner ersten Mitteilung (1907) zwei Keimpflanzen beschrieben, welche zwei gleich große, an ihrer Basis tutenförmig verwachsene Keimblätter besaßen. Ich habe beiden Pflanzen die Spreiten abgeschnitten, eine von ihnen in der Höhe der Grenze zwischen dem Mesokotyl und dem eigentlichen Blatt, die andere etwa da, wo sich der stielartige Teil tutenförmig zu verbreiten begann. Bei dieser Pflanze wurde auch die tutenförmig verwachsene Spreite aufgeschlitzt und in einer Ebene ausgebreitet in Sand zur Bewurzelung gebracht. Hierauf wurde sie in Gartenerde eingesetzt. Diese Spreite besitzt am 15. Mai drei



einblättrige Adventivsprosse, deren Spreite sonst normal war, nur bei einem Individuum war sie an der Spitze in vier unregelmäßige größere Zähne geteilt. Zwei Sprosse sitzen an der Basis einer Hauptrippe, ein Sproß an der Basis der zweiten. Die andere tutenförmige Doppelspreite ging allmählich ein ohne Adventivsprosse zu bilden. Ich habe diesen Versuch ausgeführt um zu erfahren, ob sich vielleicht an Adventivsprossen die Abnormität der Mutterpflanze (d. h. zwei verwachsene gleich große Blätter) wiederholen wird. Wie wir gesehen haben, war das nicht der Fall, die Adventivsprosse waren normal einblättrig.

Ich kann jetzt auch einige Fälle registrieren, wo Mesokotyle älterer Pflanzen, denen die Spreite samt dem Basalmeristem abgeschnitten wurde, Adventivsprosse entwickelten. Goebel (1902, p. 485) fand zunächst, daß die so zurückgebliebenen Mesokotyle keine Regeneration aufweisen. Hingegen hat Pischinger (1902) bei jüngeren Pflanzen, wie eben mitgeteilt und bestätigt wurde, auch an Mesokotylen die Entwicklung von Adventivsprossen beobachten können. Mesokotyle älterer Pflanzen giengen meist früh zu Grunde, ohne irgend eine Neubildung aufzuweisen. Nur zwei Mesokotyle bildeten Adventivsprosse. Mitte September 1907 wurde zwei ziemlich großen Pflanzen die Spreite (sie war etwa 30 cm lang) samt dem Basalmeristem abgeschnitten. Ein Mesokotylstummel war 4 cm, der andere 2 cm über dem Boden hoch. Die Schnittfläche war bei dem ersten schräg geführt. Am 25./10. zeigt sich an der äußersten Spitze desselben dicht unter der Schnittfläche eine Sproßanlage, am 1./11. ist eine solche auch beim zweiten Exemplar festzustellen. Mitte Dezember besitzt die erste Pflanze 4 Sprosse, einer besitzt 4 Spreitenhälften, wie wenn er aus zwei verwachsenen Sprossen bestände. Die andere besaß 3 Sprosse, die alle normal einblättrig sind und dicht unter der Schnittfläche sitzen. Die Orientation der Spreiten der Adventivsprosse zum Mesokotyl war ganz unregelmäßig. Ende Dezember sind die Mesokotyle samt den Sprossen zu Grunde gegangen.

Figdor (1907) hat bewiesen, daß median gespaltene Spreiten von *Streptocarpus Wendlandii* und *Monophyllaca Horsfieldii* am Blattgrunde einer rechten Seitenregeneration (Restitution) fähig sind. Dies konnte ich natürlich in zahlreichen Versuchen bestätigen, ebenso den Umstand, daß sich die Restitution nur auf die zur Zeit der Spaltung im meristematischen Zustande befindliche Spreitenbasis bezieht, so daß sich dieselbe nie auf der ganzen Spreite äußert. Figdor hat auch beobachten können, daß zuweilen die Seitenregeneration bloß bei einer Spreitenhälfte erfolgt, ebenso daß dieselben in ihrer Entwicklung nicht genau gleichen Schritt halten.

Nach Bestätigung der Angaben von Figdor bleibt mir nur übrig einige Einzelheiten über die Seitenregeneration mitzuteilen. Wurden Blattspreiten oberhalb des Basalmeristems abgeschnitten, durch einen medianen Einschnitt verwundet und isoliert weiter kultiviert, so trat nie

eine Seitenregeneration auf. Hingegen findet eine solche statt, wenn der Schnitt in der Zone des Basalmeristems oder unter ihm geführt wurde. Wenn der Schnitt median geführt wurde, so können beide Seiten sehr gleichmäßig regenerieren. Hingegen erscheinen bedeutende Unregelmäßigkeiten im Wachstum der beiden Spreitenhälften sowie in der Regeneration, wenn der Schnitt nicht streng median geführt wurde. Eine Hälfte, welche schwächer als die andere ist, wächst langsamer und regeneriert später. Wenn die Unterschiede bedeutender sind, so kann bei derselben die Regeneration überhaupt ausbleiben und es werden an ihrer Basis, immer jedoch an ihrer Oberseite Adventivsprosse angelegt. Man bekommt dann



Fig. 7.

ganz merkwürdige Bilder (Fig. 7). Eine Hälfte besitzt einen zweiten regenerierten Spreitenflügel und weist einen bedeutenden Zuwachs auf. Die andere ist viel kürzer und besitzt an ihrer Basis recht große Adventivsprosse. In einem einzigen Fall fand ich, daß auch an der Basis der stärker wachsenden Hälfte ein Adventivsproß entstanden ist, dieser war auch umgekehrt orientiert. Er kehrte nämlich die obere Seite seiner Spreite der oberen Seite des Mutterblattes zu, was sonst nie vorkommt.

Interessant ist auch die Erscheinung, daß sehr häufig auch dann Duplikaturen an der Basis der Blattspreite entstehen, wenn dieselbe durch einen bloßen Querschnitt in der Höhe des Basalmeristems abgeschnitten wurde. Zuweilen sind diese Duplikaturen in Form ganz regelmäßiger zweier der Mittelrippe angewachsener Flügel entwickelt, wie nach einem median geführten Längseinschnitt. Zuweilen sind sie unregelmäßig verkrümmt und orientiert. Häufig erscheinen solche Exkreszenzen nur auf den ersten nach der Verwundung auftretenden Zuwächsen, später wird die Spreite zweiflügelig normal (Fig. 8—9).

Wird die Spreite einige *mm* oberhalb des Basalmeristems abgeschnitten und das Basalmeristem median gespalten, so erscheinen ganz analoge Fälle, wie an isolierten Spreiten, die samt dem Basalmeristem gespalten wurden. Mediane Spaltung hat eine gleichzeitige und gleichmäßige Seitenregeneration zur Folge, ist eine Hälfte von Anfang an schwächer, so wächst sie langsamer und regeneriert später oder überhaupt nicht. Dagegen erscheinen an ihrer Basis – und zwar an ihrem Mesokotyl-Adventivsprosse, die sich stattlich weiter entwickeln können, wogegen die schwache Spreitenhälfte ihr Wachstum einstellt und meist allmählich abstirbt. Die Seitenregeneration gelingt nicht nur bei mittelalten Exem-



Fig. 8.

plaren (Figdor operierte Pflanzen mit durchschnittlich 12·72 *cm* langer Spreite, meine ersten Versuche wurden mit Pflanzen ausgeführt, die eine durchschn. 18 *cm* lange Spreite besaßen), sondern auch mit ziemlich jungen Individuen. Mir gelang es dieselbe schon bei 1·5–2 *cm* langen Spreiten hervorzurufen.

Es ließ sich erwarten, daß auch dann eine Seitenregeneration eintreten wird, wenn man die mediane Spaltung womöglich auf das Basalmeristem beschränken wird. Ich tat dies an Keimpflanzen, deren Spreiten 3–4 *cm* lang waren. Ich habe die Spreitenbasis durch einen medianen Schnitt durchschnitten, der allerdings etwa 2·5–3·5 *mm* lang war und teilweise nach oben in die Spreite selbst, teilweise nach unten in das Mesokotyl reichte. Die Pflanzen wurden am 23./10. 1906 ausgesät und wurden nach dem Pikieren nicht zum zweitenmal umgepflanzt, so daß sie am 16./3. 1907, wo die Operation ausgeführt wurde, ziemlich klein waren. Nach der Operation wurden sie einzeln in kleine Töpfe verpflanzt. Der Schnitt ging durch die ganze Dicke des Basalmeristems. Am 19./7. 1907

konnte festgestellt werden, daß an allen Pflanzen eine Seitenregeneration vor sich gegangen war. Natürlich haben sich auch hier, je nach dem wie der Schnitt geführt wurde, Unterschiede herausgestellt. Bei einigen Pflanzen erschien an dem neu zugewachsenen Spreitenteile eine beiderseitige gleiche Seitenregeneration. Auch wuchsen da beide Spreitenhälften gleich intensiv. An anderen setzte an einer Hälfte die Seitenregeneration später ein als an der anderen, diese letztere Spreitenhälfte wuchs auch schneller. Schließlich gab es auch Pflanzen, wo eine Hälfte überhaupt nicht regenerierte und sehr schwach wuchs, die andere dagegen sowohl eine Seitenregeneration als auch ein starkes Wachstum aufwies. Da kam es auch infolge der

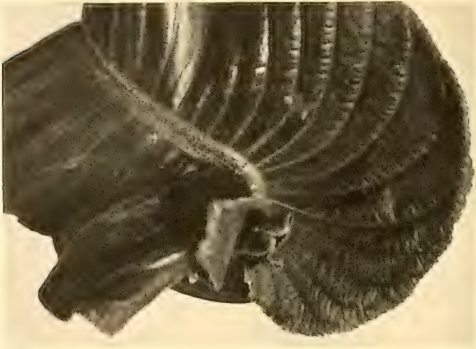


Fig. 9.

Wachstumsunterschiede zu bedeutenden Spannungen und Verkrümmungen zwischen beiden Spreitenhälften. Dicht unter der Basis der schwächer wachsenden und nicht regenerierenden Spreitenhälfte kam es zur Anlage von Adventivsprossen, welche insgesamt einblättrig und normal orientiert waren (sie kehrten die Bauchseite ihrer Spreite der Rückenseite der Spreite ihrer Mutterpflanze zu). Ich will bemerken, daß auch Goebel (1908, p. 216) einen Versuch mit unserer Pflanze bespricht, in welchem nicht die ganze Spreite median durchschnitten war und wo doch eine Seitenregeneration aufgetreten ist.

Wenn ein auf das Basalmeristem beschränktes medianes Durchschneiden der Pflanze eine Seitenregeneration der Spreite — so wie des vom Basalmeristem ebenfalls neugebildeten Zuwachses des Mesokotyls — verursacht, so ist es wohl interessant zu fragen, wie die Pflanze auf einen seichten medianen Einschnitt, der etwa nur die oberflächlichen Schichten

des Basalmeristems spalten würde, reagieren wird. Zu diesen Versuchen haben mich die Resultate der von Stingl (1905) und mir (1905) an Wurzelspitzen angestellten Versuche verleitet.

Zu dem Versuche wurden am 4./4. 1907 ausgesäete Pflanzen verwendet. Am 4./11. 1907 wurden sie mit Hilfe eines scharfen Rasiermessers in der Höhe des Basalmeristems an der oberen Seite durch einen kaum etwa 0.5—0.7 mm tiefen medianen Einschnitt verwundet, der höchstens 5 mm lang war. Die Länge und Tiefe des Einschnittes läßt sich natürlich



Fig. 10.

nicht ganz sicher bestimmen. Am 8./1. 1908 erscheinen schon an einigen Exemplaren an der Mittelrippe zwei Exkreszenzen, welche allmählich höher werden, bis sie ganz deutlich als restituierte Spreitenflügel zu erkennen sind. An einigen Exemplaren zieht sich vom Basalmeristem nach oben und unten eine klaffende Rinne, an anderen ist eine solche kaum angedeutet. Es treten nun ganz analog wie beim vollständigen Durchschneiden des Basalmeristems, wenn der Schnitt nicht genau median geführt wurde, Ungleichmäßigkeiten in der Regeneration auf. Zunächst kann die Seitenregeneration nur an einer Seite erscheinen, diese Seite wächst dann auch schneller als die andere. Später tritt meist auch auf der anderen Seite eine Seitenregeneration auf, sodaß schließlich die Pflanze vier Spreitenflügel trägt, wie wenn die Spreitenbasis ganz durchschnitten gewesen wäre (Fig. 10—12). Wir haben dann gewissermaßen zwei Spreiten

neben einander, die mit ihren Medianrippen verwachsen sind. Es können dann auch zwei getrennte Blütenstandanlagen zum Vorschein kommen.

Dieser Versuch lehrt, daß es genügt die oberflächlichen Schichten des Basalmeristems median durchzuschneiden, um eine Bildung von zwei neuen Spreitenflügeln anzuregen, die sicher als eine Seitenregeneration aufzufassen ist. Das Basalmeristem wird dadurch auch insofern geteilt, als es dann zwei getrennte Blütenstandanlagen produziert. Offenbar handelt es sich in erster Linie um das Durchschneiden jenes Gewebes, welches am Scheitel der vorderen Hälfte des Mesokotyls neben der Basis der Blattspreite liegt.

Diese Erfahrungen haben mich auch bewogen Versuche über die Folgen von quer- oder schräg von vorne in der Höhe des Basalmeristems geführten Einschnitten zu prüfen. Zu den Versuchen wurden Pflanzen benützt, die am 4./4. 1907 ausgesäet wurden und denen am 19./7. die Spreite durch einen 3—5 mm oberhalb des Basalmeristems geführten Querschnitt abgetrennt wurde. Am 4./11. 1907 be-



Fig. 11.

sitzen sie wieder schon 4—6 cm lange Spreiten. Der Einschnitt wurde dicht an dem untersten Rande der Spreitenflügel entweder quer (Fig. 14) oder schräg nach oben etwa ein Drittel des Durchmessers tief mit einem scharfen Messer geführt. Es ist klar, daß weder die Lage noch die Richtung und Tiefe der Einschnitte bei allen Individuen ganz korrekt bestimmt werden können. Unterschiede in der Führung der Einschnitte äußerten sich dann auch in den Ergebnissen der Versuche. Insbesondere ist es wohl möglich, daß bei den Quereinschnitten der unterste Teil der vorne herablaufenden Ränder der Spreitenflügel bei einigen Exemplaren durchgeschnitten wurde.

Am 8./1. 1908 erscheinen die Spreiten bedeutend herangewachsen, sie sind durchschnittlich 17 *cm* lang und 6·5 *cm* breit. Einzelne Pflanzen verhalten sich verschieden, offenbar je nach der Lage und Tiefe des Einschnittes.

Bei einigen wurde wahrscheinlich der Einschnitt zu tief unter der basalen meristematischen Zone geführt; war derselbe seicht, so verheilt die Wunde einfach, sie erscheint schon etwa 1 *cm* vom Basalmeristem entfernt. Höchstens hatte da der Einschnitt zur Folge, daß das Mesokotyl oberhalb des Einschnittes etwas dicker als unter demselben ist. Bei einem solchen Exemplar trieb das Mesokotyl oberhalb des Einschnittes Wurzeln.



Fig. 12.

Andere Pflanzen zeichneten sich dadurch aus, daß die Blattspreite ziemlich wenig gewachsen war, sie war nur etwa 10—12 *cm* lang, die Wunde nach dem Einschnitte war tiefer, der unter ihr befindliche Mesokotylteil trug einige Adventivpflanzen.

Andere Pflanzen traf der Einschnitt sichtlich oberhalb des Basalmeristems. Da erschien dann die Blattspreite einige *cm* oberhalb ihrer Basis von beiden Seiten tief bis in die Mittelrippe eingeschnitten, an den Rändern dieser Einschnitte sowie an der Rippe war zu sehen, daß es sich um verheilte Schnittwunden handelt. Der obere durch die Verschmälerung von dem unteren Spreitenteile abgesetzte Teil besitzt kein eigenes Basalmeristem, es ist einfach ein älterer, ausgewachsener Teil der Blattspreite. Als solcher präsentiert er sich auch um neun Monate später (Fig. 15), wo der untere Teil schon bedeutend herangewachsen und blühreif ist, wogegen sich der obere nicht vergrößert hatte.



Schließlich gibt es Individuen, bei welchen dicht unter dem Einschnitte zunächst ohrenförmige kleine Spreiten erscheinen, die ganz symmetrisch zu beiden Seiten der Mediane liegen. Aus jedem wächst dann eine kleine, am ganzen Rande gezähnte Spreite heran, die sich von einer normalen Blattspreite nur durch das Fehlen eines ausgesprochenen Hauptnerven unterscheidet. Ihre stärkeren Nerven haben das Aussehen von Seitennerven erster Ordnung der normalen Spreiten, sie konvergieren

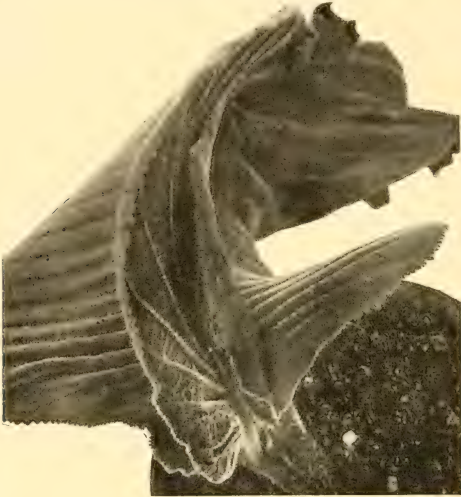


Fig. 13.

jedoch fast alle an der Basis des Blättchens zu einem Punkte. Später erschien die Nervatur viel ähnlicher jener der normalen Spreiten, man konnte zuweilen einen Hauptnerv, von dem Seitennerven abzweigten, feststellen. Diese Blättchen erreichten Ende Juni 1908 eine Länge von 5 bis 8 cm, sie waren der Spreite eines Adventivsprosses sehr ähnlich. Doch fehlte ihnen das Mesokotyl, sie saßen mit einer breiten Basis dem Mesokotyl der Mutterpflanze an, weiter war auch der Umstand auffallend, daß sie so symmetrisch zu beiden Seiten der Mediane saßen (Fig. 16, 17). Ich glaube, daß bei diesen Pflanzen der Einschnitt so geführt wurde, daß er von der Spreite winzige Teile der Anlage ihrer Spreitenflügel abgetrennt



hat, die sich dann weiter selbständig entwickelten und zu einem Mittelding zwischen einer selbständiger Spreite und einem normalen Spreitenflügel erwuchsen.

Das Mesokotyl dieser Pflanzen trug oberhalb des Einschnittes ein nach vorne

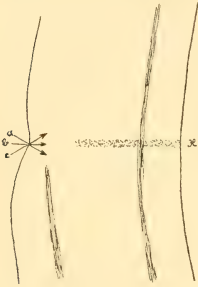


Fig. 14.



Fig. 15.

gekrümmtes stummelförmiges Gebilde, das zahlreiche Wurzeln an seinem Ende entwickelt hatte und offenbar das vom Basalmeristem der eigentlichen Spreite seit der Verwundung neu gebildete Mesokotyl war. Denn dieser Mesokotylstummel ging in ein normales Basalmeristem und eine normale Spreite über (Fig. 17). Nach der Verwundung arbeitete das Basalmeristem, dessen größerer Teil sich jedenfalls oberhalb des Einschnittes befand, normal weiter, es produzierte Zellenmaterial für den sekundären Spreitenzuwachs sowie für das Mesokotyl. Dieses bildete sich als ein selbständiger nach vorne und oben gekrümmter stielartiger Stummel, der dann auch zahlreiche Wurzeln hervorbringt.



Fig. 16.

Eine von den durch einen Quereinschnitt verwundeten Pflanzen glich in einiger Beziehung jenen Exemplaren, die oberhalb des Basalmeristems verwundet wurden. Sie trug nämlich (Ende Juni) unter dem Ende ihrer Spreite an der Unterseite der Blattrippe eine kleine selbständige,



Fig. 17.

wodurch diese auf die Unterseite der nach der Operation gebildeten Blattfläche gelangte (Fig. 18).

Auch diejenigen Individuen, welche durch einen schräg von unten



Fig. 18.

geführten Einschnitt verwundet wurden, verhielten sich verschieden. Zunächst wächst bei allen Exemplaren oberhalb des Einschnittes ein

nicht mehr wachsende Spreite mit einem Mesokotylstummel, jedoch ohne Wurzeln (Fig. 18). Ich glaube, dieses Gebilde ist dadurch entstanden, daß der Einschnitt in der Höhe des Basalmeristems ein wenig schräg von oben geführt wurde. Die ursprüngliche, dadurch vom Basalmeristem getrennte Spreite stellte bald ihr Wachstum ein, der sekundäre Spreitezuwachs entwickelte sich so intensiv, daß seine äußerste Spitze bedeutend die Insertionsstelle der ursprünglichen Spreite überwuchs,

mesokotylartiger Stummel heran, der früh an seinem Ende Wurzeln treibt. Es ist klar, daß es sich eigentlich um den heranwachsenden, durch den schrägen Einschnitt gebildeten Lappen handelt, welcher noch meristematisches Gewebe enthält, vielleicht sogar die Hälfte oder den größeren Teil des ganzen Basalmeristems. Wurde der Einschnitt unter dem Basalmeristem geführt, so wächst der mesokotylartige Stummel so stark, daß er den Boden erreicht und sich in demselben bewurzelt. Die ursprüngliche Spreite wächst dann intensiv weiter, an dem ursprünglichen Mesokotyl entstehen mehrere Ad-

ventivsprosse. Das gilt für den Fall, wo der Einschnitt etwa ein Drittel des Durchmessers der Pflanze durchdrungen hat. Ist er tiefer eingedrungen, so stockt die ursprüngliche Spreite früh im Wachstum, dagegen entstehen an dem ursprünglichen Mesokotyl — meist seiner Basis genähert — mehrere Adventivsprosse, von denen für gewöhnlich einer Oberhand gewinnt und bald die übrigen übertrifft. In einem Fall erschien an einem solchen Adventivsproß Mitte November 1908, also etwa ein Jahr nach der Operation, die Blütenstandanlage. Der Adventiv-



Fig. 19.

sproß blühte also auch hier früher als eine Keimpflanze, denn unversehrte Keimpflanzen, die zu gleicher Zeit ausgesät wurden, wie die operierten Individuen, setzten ebenfalls erst Mitte November 1908 Blütenstände an.

Wurde der Einschnitt höher oberhalb des Basalmeristems geführt, so erschien die Spreite später ebenso verschmälert, d. h. durch beiderseitige bis an die Mittelrippe reichende Einschnitte versehen, wie das schon als durch Quereinschnitte verursacht beschrieben wurde. Dieser Fall hat kein weiteres Interesse, denn der oberhalb des Einschnittes gelegene Spreitenteil besitzt kein eigenes Basalmeristem und daher auch kein eigenes Basalwachstum.

Am interessantesten waren Individuen, wo der Schnitt so geführt

wurde, daß die Spreite einige Monate nach der Operation in zwei Abschnitte geteilt erscheint, von denen der obere am Ende der Mittelrippe des unteren sitzt, wobei jedoch beide ihr eigenes Basalmeristem besitzen, daher auch ihre eigenen sekundären Zuwächse aufweisen. Dabei entwickelt die obere Spreite ein eigenes Mesokotyl, das zahlreiche Wurzeln treibt. Somit haben wir zwei hintereinander liegende Pflanzen, welche



Fig. 20.

durch ein flügelloses Stück der Mittelrippe der unteren Spreite miteinander verbunden sind (Fig. 20–22). Allerdings ist das Verbindungsstück an der Bauchseite des oberen Individuums inseriert.

In Einzelheiten können solche Doppelindividuen Verschiedenheiten aufweisen. So zunächst in der Größe der Individuen, denn die Spreite des oberen Individuums kann anfangs entweder größer als diejenige des unteren sein. Später ist jedoch die untere größer. Die Entfernung zwischen dem Basalmeristem des oberen Individuums und der Insertionsstelle des Verbindungsstückes variiert ebenfalls, doch ist zu bemerken, daß sie mit dem Alter des operierten Individuums steigt. Das ist leicht zu be-

greifen, denn es wächst durch die Tätigkeit des Basalmeristems die unter der Insertion des Verbindungsstückes gelegene Partie der Blattspreite dauernd und dadurch wird die Entfernung zwischen jenen und dieser vergrößert. Das Verbindungsstück variiert ebenfalls in seiner Länge, es ist 0.5—1.2 cm lang. Die Längsachsen der beiden Individuen brauchen nicht parallel sein (Fig. 21, 22), was jedoch offenbar sekundär entstanden ist. Jedes von den beiden Individuen dieser Doppelpflanzen gleicht sonst einer normalen Pflanze von *Str. Wendlandii*. Sie besitzen je ein bewurzeltes



Fig. 21.

Mesokotyl, dasjenige des oberen Individuums ist der äußeren Form nach typisch gestaltet und auch der anatomischen Struktur nach typisch gebaut. Es treibt auch die typischen Adventivwurzeln. Das Basalmeristem fungiert bei beiden Individuen typisch, was aus der typischen Form der Blattspreite sowie der Mesokotylzuwächse zu ersehen ist. Zur Zeit, wo diese Zeilen geschrieben wurden (Mitte November 1908), besaßen die Pflanzen noch keine Blütenstandanlagen.

Es handelt sich nun darum, wie diese Doppelindividuen entstanden sind. Ich glaube, es ist am wahrscheinlichsten, daß durch den Einschnitt das Basalmeristem in zwei Hälften geteilt wurde, eine obere und eine untere und daß dieselben dann selbständig weiter arbeiteten; das untere

entwickelte eine Spreite und trug zur Verlängerung des ursprünglichen Mesokotyls bei, das obere arbeitete weiter am Zuwachs der ursprünglichen Spreite und bildete ein neues eigenes Mesokotyl. Ebenso wie bei Wurzelspitzen seichte Längseinschnitte (Stingl 1905, Němec 1905) genügen, um den Vegetationspunkt dauernd in zwei selbständige zu teilen, genügt auch hier ein ziemlich seichter Einschnitt um die Konstituierung von zwei Basalmeristemen zu veranlassen. Ich bin nun überzeugt, daß das Basalmeristem in sich eigentlich einen Stammvegetationspunkt und das interkalare Meristem eines basal wachsenden Blattes enthält. Offenbar ist das Basalmeristem höher, als ich früher angenommen habe (vgl. die



Fig. 22.

Fig. 10 A, Němec 1907). Durch den Einschnitt wird es angeregt, zwei selbständige Meristeme zu bilden. Zwischen denselben entsteht dann eine Zone, welche früh zum Dauergewebe wird (Fig. 12 x) und später das Verbindungsstück zwischen beiden Individuen vorstellt. Der relativ sehr einfache morphologische Aufbau der vegetativen Individuen von *Streptocarpus Wendlandii* bedingt es, daß durch einen bloßen ziemlich seichten Einschnitt die Pflanze gewissermaßen zu einer Teilung in zwei vollständige Individuen angeregt wird.

Daß Stammspitzen durch Längsspaltungen zu einer Regeneration angeregt werden, welche zur Bildung von zwei neben einander liegenden Stammspitzen führt, ist besonders durch die schönen Untersuchungen von Lopriore (1906), weiter von Peters (1897), Kny (1905) bekannt gemacht worden. Von unseren Versuchen wäre als analog mit diesem Ergebnis die Seitenregeneration durch eine mediane Spaltung des Basalmeristems, oder durch einen medianen Längseinschnitt ver-

ursacht zu betrachten. Hingegen gibt es unter den an typischen Stammspitzen ausgeführten Versuchen kein Analogon zu unseren Versuchen, wo durch einen von vorne geführten Einschnitt das Basalmeristem in zwei hintereinander liegende Meristeme geteilt wurde. Ich meine jedoch, daß meine Versuche (1905) an Wurzelspitzen, wo durch einen Seiteneinschnitt die Neubildung einer Wurzelspitze verursacht wurde, ein wirkliches Analogon zu den eben beschriebenen Vorgängen bei *Str. Wendlandii* vorstellen. Denn auch bei den erwähnten Wurzeln liegt die neue Spitze hinter der ursprünglichen, ihre Bildung wird unter anderem dadurch bedingt, daß der meristematische Teil der Wurzelspitze ziemlich lang ist.

Bei der Teilung des Basalmeristems durch einen Seiteneinschnitt handelt es sich natürlich nicht um eine bloße mechanische Trennung des Basalmeristems in zwei Teile und ihre unveränderte weitere Tätigkeit. Im Gegenteil, die beiden Teile müssen eine innere Umgestaltung erleiden, ebenso wie das Meristem einer längsgespaltenen Wurzelspitze. Das ist daraus ersichtlich, daß sich beide Teile früh durch ein Verbindungsstück trennen und jeder für sich so fungiert, wie das ganze Basalmeristem vor der Operation. Es handelt sich also jedenfalls um eine wirkliche Restitution. Wäre dies nicht der Fall, so könnte es z. B. nicht sein, daß der obere Teil des Basalmeristems ein typisches, walzenförmiges Mesokotyl bilde.

\*   \*   \*

Ich will nun kurz einige Fragen aufwerfen, welche die Auslösung der Regenerations- resp. Restitutionsvorgänge betreffen. In meiner ersten *Str. Wendlandii* betreffenden Arbeit bin ich zum Resultat gekommen (1907, p. 21), daß die Regenerationstätigkeit bei *Str. Wendlandii*, so weit sie sich in der Ausbildung von Adventivsprossen äußert, mit der Entfernung oder mit einer Beschädigung des Basalmeristems zusammenhängt, eventuell mit der Einstellung oder Herabsetzung seiner Tätigkeit. Nun brauchen diese Umstände nicht den direkten Anstoß zur Bildung von Adventivsprossen abgeben. Daß es nicht auf Änderungen in der Wasserdurchströmung, eventuell in der Leitung und Verteilung der mineralischen Nährstoffe ankommen muß, glaube ich in meiner oben zitierten Arbeit nachgewiesen zu haben. Es könnte sich jedoch um eine Änderung in der Verteilung oder im Verbräuche der organischen Stoffe handeln und zwar der Assimilate, eventuell der in der Spreite gebildeten plastischen stickstoffhaltigen Substanzen. Weiter müssen auch Korrelationen zwischen dem Basalmeristem und dem Mesokotyl in Erwägung gezogen werden, denn schon die Ähnlichkeit der Ergebnisse unserer Versuche mit Quer- und Längseinschnitten mit den analogen Ergebnissen bei Wurzelspitzen sprechen dafür, daß hier Korrelationen nicht ganz ohne Bedeutung sein müssen.

Wenn durch die Verwundung eine Wachstumshemmung erzielt wird, so kann leicht, da die Assimilate nicht in demselben Verhältniß wie

früher unter normalen Bedingungen verbraucht werden können, eine abnormale Ansammlung von diesen Substanzen verursacht werden. Dies könnte nun Veranlassung geben zu Regenerationsvorgängen.

Bei Quereinschnitten müßte nicht eine Wachstumshemmung mitwirken um die Restitution aufzulösen, denn es könnten sich die Assimilate oberhalb des Einschnittes bei ihrer basipetalen Wanderung ansammeln und den Regenerationsvorgang auslösen, der hier zur Ausbildung eines kompletten Basalmeristems führt. Allerdings müßte dann unterhalb des Einschnittes eine relative Verminderung dieser Substanzen eintreten und doch kann auch das unter dem Einschnitte befindliche Meristem zu einem kompletten Basalmeristem restituieren. Ich glaube nicht, daß man einmal eine Ansammlung bestimmter Substanzen, das anderemal deren Verminderung als einen dieselbe Erscheinung auslösenden Faktor annehmen kann. \*) Wenn man schon die Ansammlung der Assimilate als auslösenden Faktor für beide Teile des Basalmeristems annehmen wollte, so müßte man annehmen, daß dieselben gleich wie vor der Verwundung zu beiden Teilen (also oberhalb wie unterhalb des Einschnittes) strömen und infolge des traumatischen Reizes sich hier anhäufen. Das ist sehr wohl möglich, denn die Ableitung der Assimilate aus der Blattspreite geschieht durch die Gefäßbündel und diese wurden, wie in der letzten Fußnote betont wurde, durch den Einschnitt sehr wenig verwundet. Der Einschnitt selbst verursacht also direkt wahrscheinlich keine Unterbrechung der Leitung der Assimilate.

In noch höherem Grade gilt das eben Gesagte für die durch einen Längseinschnitt verwundeten Pflanzen. Denn da der Strom der Assimilate in der Pflanze hauptsächlich und am intensivsten in der Richtung der Gefäßbündel vor sich geht, so wird wohl durch einen seichten Längseinschnitt keine Stauung verursacht. Allerdings kann auch hier durch den Einschnitt das Wachstum gehemmt worden sein, wodurch weiter eine Ansammlung der Assimilate verursacht werden könnte, die dann zur Restitution Anlaß geben könnte.

Wir haben gesehen, daß unterhalb des Basalmeristems angebrachte Einschnitte entweder einfach geheilt werden — wenn sie nämlich seicht sind —, oder daß sie zur Bildung von Adventivsprossen am Mesokotyl Anlaß geben. Das letztere geschieht, wenn sie tiefer reichen. Auch dies könnte durch eine Störung in der Stoffleitung erklärt werden. Ein seichter Einschnitt wird wenig das Gefäßbündelsystem des Mesokotyls stören, es tritt keine allzu große Hemmung der normalen Stofftransporte auf.

\*) Es muß jedoch betont werden, daß sich unter dem Einschnitte Mineralstoffe ansammeln könnten. Ihre Ansammlung könnte nun in demselben Sinne wie die Ansammlung der Assimilate wirken. Doch scheint mir das nicht wahrscheinlich zu sein. Denn die miner. Nährstoffe bewegen sich hauptsächlich in dem Gefäßbündelsystem und dieses wird durch einen von Vorne geführten Einschnitt sehr wenig betroffen.



Reicht der Einschnitt tiefer, so wird ein bedeutender Teil des Zentralzylinders durchschnitten und dadurch wird sowohl die Leitung des Wassers und der anorganischen Nährstoffe als auch der Assimilate gestört. Es könnten die dadurch verursachten Anomalien in der Verteilung dieser Stoffe Regenerationserscheinungen auslösen.

Was die traumatische Wachstumshemmung betrifft, so kann ich leider wenig positives über dieselbe mitteilen. Ich habe nämlich das Wachstum der Pflanzen eben direkt nach der Verwundung nicht gemessen, werde das jedoch an neuen Versuchspflanzen nachholen. Zu bemerken ist, daß ähnlich wie bei Pflanzen, die durch einen vollen Querschnitt verwundet wurden (Němec 1907, p. 5 ff.), die Spreite der durch einen Einschnitt verwundeten Pflanzen eine symmetrische oder einseitige Versmälnerung aufweist, so daß jedenfalls in Bezug auf die Breitenausbildung der Assimilationsfläche die Einschnitte eine ähnliche Einwirkung haben wie volle Querschnitte. Ob es aber auch bei Restitutionsvorgängen, die durch seichte Einschnitte hervorgerufen wurden, ebenfalls in erster Reihe eine Wachstumshemmung ist, welche den auslösenden (vielleicht allerdings nur indirekt) Faktor abgibt, ist nicht ganz sicher.

Wo nach tiefen dicht unter dem Basalmeristem geführten Einschnitten am Mesokotyl neue Pflanzen entstanden sind, da zeigte sich immer auch eine bedeutende Wachstumshemmung der Spreite, die schließlich zu einem völligen Wachstumsstillstand führen konnte. Auch kann die ursprüngliche Spreite dann allmählich absterben. Ob die Wachstumshemmung der Spreite oder sogar sein voller Stillstand durch eine Unterbrechung der korrelativen Beziehungen des Basalmeristems zum Mesokotyl oder, wie schon oben angedeutet wurde, durch Änderung der Ernährung und Substanzverteilung in der Pflanze verursacht wird, ist auf Grund der mir vorliegenden Versuchsergebnisse nicht zu beantworten.

Und doch ist es a priori einzusehen, daß es bei der Auslösung der Regeneration und Restitution nicht in allen Fällen *bloß* auf die Wachstumshemmung eventuell auf eine Anhäufung oder atypische Verteilung der Nährstoffe ankommen kann. Diese werden nämlich bei den verschiedenen geführten winzigen seichten Einschnitten, welche nur das Basalmeristem berühren, nicht prinzipiell von einander differieren und doch gibt es prinzipiell verschiedene Arten der Restitution, deren Verschiedenheit ganz deutlich durch die Art der Verwundung bedingt wird. So muß ich eine Seitenrestitution von einer Bildung von zwei hinter einander liegenden Basalmeristemen als einen prinzipiell verschiedenen Vorgang unterscheiden, ebenso die Bildung von zwei öhrchenförmigen Spreiten. Außerdem haben wir noch die reproduktive Bildung von Adventivsprossen. Bei den ersten drei Regenerationsarten steht es ganz sicher, daß sie durch die Art der Verwundung bedingt werden und diese Verwundung wirkt in erster Reihe als eine Unterbrechung von gewissen Beziehungen zwischen Nachbarzellen oder Nachbarkomplexen von Zellen oder Geweben. Für den Um-

stand, welche Regenerationsvorgänge ausgelöst werden sollen, ist es entscheidend, an welcher Stelle, in welcher Richtung und wie tief der Schnitt geführt wird, denn dadurch wird die Art der Unterbrechung der korrelativen Beziehungen zwischen einzelnen Teilen des Basalmeristems und gleichzeitig auch die Natur der auf die Reparation hinzielenden Vorgänge bestimmt. Die Reproduktion, d. h. die Bildung von Adventivsprossen wird jedoch durch Unterbrechung der korrelativen Beziehungen, resp. der Tätigkeit des Basalmeristems zu den nicht meristematischen Teilen des Pflanzenkörpers, also der Spreite oder dem Mesokotyl ausgelöst.

### Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

Isolierte, verschieden alte Blätter von *Streptocarpus caulescens* (Kirkii) bewurzeln sich leicht und bilden Adventivsprosse. Die Bewurzelung beginnt am frühesten an älteren Blättern, an denen auch die Adventivsprosse am frühesten zum Vorschein kommen. Sie werden am leichtesten am Blattstiel gebildet. An ganz jungen Spreiten wurden sie überhaupt nicht beobachtet. Die isolierten Spreiten weisen ein beträchtliches Wachstum auf und krümmen sich stark epinastisch. Die ersten Blätter der Adventivsprosse zeigen verschiedene Abnormitäten in ihrer Stellung und Symmetrie.

Bei jungen Keimpflanzen von *Str. Wendlandii*, denen der größere Kotyledo abgeschnitten wurde, entwickelt sich in der Achsel des kleineren Keimblattes ein einblättriger Achselsproß, die Oberseite seiner Blattspreite ist der Oberseite des Tragblattes zugekehrt. Seine Spitze zeigt eine primäre Beschaffenheit, ebenso wie bei Adventivsprossen, welche von solchen Pflanzen an der Wundfläche oder am Mesokotyl gebildet werden.

Auch junge, erst 2—2.5 cm lange isolierte Spreiten der Keimpflanzen von *Str. Wendlandii* bilden Adventivsprosse.

Spreiten, die in verschieden große Teile zerschnitten wurden, bilden ebenfalls Adventivsprosse und zwar dicht oberhalb der Basis der durchschnittenen dickeren Nerven. Ganz junge Teile der Spreite bilden keine Adventivsprosse. An älteren Spreitenstücken, welche mehrere Seitennerven erster Ordnung enthalten, äußert sich eine Polarität darin, daß an der Basis der basalen Seitennerven am frühesten und in größter Anzahl Adventivsprosse entstehen. Auch bloß 1 cm breite Streifen der Blattfläche, die nur einen Seitennerv enthalten, können mehrere Sprosse bilden. Die herausgeschnittene Mittelrippe bewurzelt sich schwach und bildet wenige und schwächliche Adventivsprosse.

Mesokotyle älterer Pflanzen, denen die Blattspreiten samt dem Basalmeristem abgeschnitten wurden, bilden dicht unter der Schnittfläche am apikalen Ende Adventivsprosse.

Normale Keimpflanzen brauchen zur Blütenreife 16 bis 18 Monate. Die Adventivsprosse werden viel früher blühreif, z. B. in 10, 11, 12 oder

13 Monaten. Eine Lädierung des Basalmeristems kann die Blütezeit verschieben. Ein Abschneiden und Weiterkultivieren der Spreite samt dem Basalmeristem bei jungen Pflanzen verschiebt die Blütezeit nicht merklich. Ebenso, wenn jungen Pflanzen die Spreite oberhalb des Basalmeristems abgeschnitten wird. Dann wächst die Spreite sogar rascher als bei normalen Pflanzen und kann auch eine größere Länge erreichen, die Blütenstände erscheinen etwa zur normalen Zeit.

Die Adventivprosse erwiesen sich in den Kulturen stattlicher und resistenter als Keimpflanzen.

Durch Kultur im schwächeren Licht wird die Blütezeit der Pflanzen verschoben.

Abnormitäten an Keimpflanzen wiederholten sich in einem daraufhin untersuchten Fall an Adventivpflanzen nicht.

Wird die Spreite oberhalb des Basalmeristems abgeschnitten und dieses hierauf median gespalten, so erscheint an dem sekundären Spreitenzuwachs eine Seitenregeneration (Restitution). Wird der Schnitt nicht genau median geführt, so kann die Seitenregeneration nur an einem Flügel erscheinen, das zweite wächst viel langsamer, dafür bildet es aber für gewöhnlich an seiner Basis Adventivprosse. Ein Seitenrestitution tritt nach dem Durchschneiden der ganzen Spreite samt dem Basalmeristem auf, aber auch wenn nur das Basalmeristem durchschnitten wird. Ja es reicht zur Auslösung der Seitenrestitution ein bloßer seichter medianer Längseinschnitt im Bereiche des Basalmeristems, der nicht durch den ganzen Medianus geht, aus.

Quer oder schräg von vorne geführte, höchstens ein Drittel des Querdurchmessers tief reichende Einschnitte haben verschiedene Folgen, je nach der Stelle, wo sie der Pflanze angebracht wurden. Ganz seichte Quereinschnitte unter dem Basalmeristem verheilen einfach. Tiefer geführte Einschnitte verursachen das Erscheinen von Adventivprossen am Mesokotyl und eine bedeutende Wachstumshemmung der ursprünglichen Spreite. Dieselbe produziert einen vorne hervorragenden Mesokotylstummel. Ein oberhalb des Basalmeristems geführter seichter Querschnitt verheilt ebenfalls einfach, als seine Folge erscheint dann bloß eine symmetrische, bis an die Mittelrippe reichende Spreitenverschnälung. Ein seichter Quereinschnitt in der Höhe des Basalmeristems verursacht ein Erscheinen von zwei symmetrisch neben der Mediane am Mesokotyl sitzenden öhrchenförmigen Spreiten, die ringsherum gezähnt sind, eine undeutliche Hauptrippe besitzen, aber kein Basalmeristem und kein Mesokotyl differenzieren. Es sind dies Mitteldinge zwischen einer, selbständiges Basalwachstum aufweisenden Spreite und einem Spreitenflügel. Oberhalb dieser öhrchenförmigen Flügel trägt das Mesokotyl eine Spreite mit normalem Basalmeristem.

Schräg von vorne nach oben in der Höhe des Basalmeristems geführte Einschnitte können verursachen, daß zwei vollkommene Basal

meristeme hintereinander gebildet werden, so daß man schließlich zwei Pflanzen bekommt, von denen die obere am Ende der Mittelrippe der unteren angewachsen erscheint. Ihr Basalmeristem hat unterdessen ein Mesokotyl gebildet, das zahlreiche Seitenwurzeln treibt. Diese Regeneration ist jener analog, welche nach einem seitlichen Einschneiden der Wurzelspitzen erfolgt.

Überall, wo eine Regeneration als Reproduktion nach einer Verwundung eintritt, läßt sich auch eine Wachstumshemmung der Spreite, resp. eine Hemmung der Tätigkeit des Basalmeristems feststellen. Dadurch könnte eine Anhäufung oder atypische Verteilung der Nährstoffe eintreten und zur Regenerationstätigkeit Anlaß geben. Aber nähere Erwägungen zeigen, daß einer Anhäufung der Nährstoffe kaum überall die entscheidende Rolle zukommt. Denn ein genügend tiefer, unter dem Basalmeristem geführter Einschnitt verursacht eine Reproduktion am Mesokotyl, wo sich doch keine Assimilate anhäufen, wogegen an der isolierten Spreite, in der sich sicher in erster Reihe nur die Assimilate anhäufen, ebenfalls eine Reproduktion ausgelöst wird. Man könnte höchstens sagen, daß die Reproduktion mit einer Störung der Stoffverteilung in der Pflanze zusammenhängt. Mir scheint es jedoch wahrscheinlicher zu sein, daß auch die Reproduktion durch gestörte Korrelationen ausgelöst wird zwischen dem Vorhandensein oder der Funktion des Basalmeristems und den übrigen Teilen des Pflanzenkörpers. Die Art der Restitution hängt von der Art der Verwundung ab. Und diese ist *zunächst* nichts anderes als eine lokale Unterbrechung der korrelativen Beziehungen zwischen einzelnen Teilen des Individuums.

## Literaturverzeichnis.

Figdor W., 1903, Über Regeneration bei *Monophyllaea Horsfieldii*. R. Br. Österr. bot. Zeitschr. 1903.

Figdor W., 1906, Über Regeneration der Blattspreite bei *Scolopendrium*. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 24, 1906.

Figdor W., 1907, Über Restitutionserscheinungen an Blättern von Gesneriaceen. Jahrb. f. wiss. Bot. 44, 1907.

Goebel K., 1902, Über Regeneration im Pflanzenreich. S. A. Biol. Centralbl. Bd. 22, Nr. 13—17, 1902.

Goebel K., 1908, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig, 1908.

Kny L., 1905, Über künstliche Spaltung der Blütenköpfe von *Helianthus annuus*. Nat. Wschr. N. F. IV., 47, 1905.

Lindemuth H., 1904, Über Größerwerden isolierter ausgewachsener Blätter nach ihrer Bewurzelung. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 22, 1904.

Lopriore G., 1906, Regeneration von Wurzeln und Stämmen in Folge traumatischer Einwirkungen. Rés. sc. Congr. int. Bot. Vienne 1905 (paru 1906).

Mathuse, 1906, Über abnormales Wachstum von Laubblättern, insbesondere von Blattstecklingen dicotyler Pflanzen. Beih. bot. Cbl. 1., XX., 2, 1906.

Němec B., 1905, Studien über die Regeneration. Berlin, 1905.

Němec B., 1907, Další studie o regeneraci. Rozpravy Čes. Akad. 1907.

(Weitere Studien über die Regeneration.)

Peters L., 1897, Beiträge zur Kenntnis der Wundheilung bei *Helianthus annuus* und *Polygonum cuspidatum*. Göttingen 1897.

Pischinger F., 1902 Über Bau und Regeneration des Assimilationsapparates von *Streptocarpus* und *Monophyllaea*. Sitz. Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. Bd. 111, Abt. I., 1902.

Riehm E., 1904, Beobachtungen an isolierten Blättern. Diss. Halle, 1904.

Simon S., 1904, Untersuchungen über die Regeneration der Wurzelspitze. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 40., H. 1, 1904.

Stingl G., 1905, Untersuchungen über Doppelbildung und Regeneration bei Wurzeln. Österr. bot. Zschr. Jg. 55., 1905.

# Zur Kenntniss der niederen Pilze.

## II. Die Haustorien von *Uromyces Betae* Pers.

Von

Dr. B. NĚMEC.

(Mit einer lithogr. Tafel.)

Vorgelegt am 16. Juni 1911.

Die parasitären Pilze weisen bezüglich der Haustorienbildung recht mannigfaltige Verhältnisse auf. Einige leben rein interzellulär und bilden gar keine Haustorien, so z. B. die in der Zuckerrübe vorkommende *Sclerotinia*, andere bilden nur knopfförmige, kleine, in die Zellen hineinragende Wärschen (*Cystopus*) oder Zäpfchen (*Plasmopara pygmaea* Ung.), andere zäpfchenartige, keulenförmige, gelappte, krampfaderige oder schließlich reich verzweigte Haustorien. Die Wirtspflanze bedeckt manchmal die Haustorien mit einer Membranhülle, das anderemal bleiben dieselben nackt (Guttenberg 1905). Daß die Haustorienbildung einen innigen Kontakt mit dem Protoplasten der befallenen Pflanze zur Folge hat und daß die durch Verzweigung und Anschwellung erzielte Oberflächenvergrößerung für die Ernährung des parasitischen Pilzes von Bedeutung ist, braucht nicht näher dargelegt werden.

Dem Beobachter bietet schon die Gestalt der Haustorien manches Interessante dar, das Interesse steigt, wenn man auch das Schicksal der Haustorien näher betrachtet. Manche intrazellulär lebende Pilze sterben nämlich im bestimmten Entwicklungsstadium ab, sie werden von der Wirtszelle getötet und verdaut. Ein klassisches Beispiel bietet die Mykorrhiza von *Neottia nidus avis*, deren Verhalten von W. Magnus (1900) so mustergiltig beschrieben wurde.

Die Fähigkeit der Pflanzenzellen, die parasitären oder symbiontischen fremden Organismen und vorerst Pilze zu töten und zu verdauen wurde von Noël Bernard (1909) und Zach (1909, 1910 a) mit der phagozytären Tätigkeit im tierischen Körper verglichen und besonders von dem letzteren darauf hingewiesen, daß der phagozytären Tätigkeit der Wirtszellen auch Haustorien unterliegen können. Schon Ward (1904) hat Haustorienbildungen für Uredineen beschrieben, die kaum als normal an-

zusehen waren. Z a c h (1910) hat direkt die Überzeugung ausgesprochen, daß es sich häufig um die Tötung, Verquellung und teilweise Auflösung der Haustorien handelt. „Mit den in die Zellen eindringenden und sich verzweigenden Haustorialhyphen nimmt das Plasma anscheinend in der kürzesten Zeit den Kampf auf, indem es das Hyphengeäste je nach dessen Mächtigkeit in einer oder in mehreren Partien umfließt und einhüllt. Das Plasma ballt sich dabei zu anfangs ganz unbestimmt geformten Klumpen zusammen. Indem sich aber jetzt dieselben immer mehr verdichten, nehmen sie eine immer konkretere Gestalt an, bis sie schließlich etwa kugelig geworden sind. Es dürfte sich bei ihnen um die E r i k s s o n'schen Endohaustorien oder die Mycoplasmakörperchen handeln, die andererseits H. K l e b a h n und H. M a r s h a l l W a r d (1904) als die Haustorien des Pilzes beschrieben haben. Bei fortgesetzter Verdichtung pressen die Ballen die in ihrem Innern befindlichen Hyphen endlich zu einem Knäuel zusammen. — Die Hyphen sterben hierbei ab, verquellen, verbreiten sich unförmlich, verschmelzen miteinander zu unregelmäßig gegitterten Körpern, werden zusehends undeutlicher und verschwinden zum Schlusse ganz. Gleichzeitig geht auch das Plasma des Ballens unter der Giftwirkung des Pilzes zugrunde. Der Ballen bildet dann eine gelatinöse, homogene Masse, aus der noch längere oder kürzere, ungelöst gebliebene Hyphen herausstehen“ (l. c. p. 317).

Z a c h untersuchte das Uredomycel von *Puccinia glumarum* und *graminis* am Korn und beschreibt, daß in den jüngsten infizierten Zellen die Haustorien in den Kern eindringen, denselben ganz erfüllen, der schließlich samt den Hyphen abstirbt und zu einem vollständig homogenen und amorphen Körper wird. Es handelt sich um einen Exkretkörper. Neben diesem können noch andere Exkretkörper in der Zelle vorkommen, die durch Verquellung und teilweise Auflösung der Hyphen entstehen. Diese Exkretkörper identifiziert Z a c h mit den E r i k s s o n'schen Plasmanukleolen. Es werden auch größere Ballen aus Plasma und Hyphen gebildet, die zu ähnlichen Exkretkörpern werden, wie die erwähnten Kern-Exkretkörper. Die Exkretkörper erhärten allmählich, zuweilen machen sie den Eindruck von kropfartig aufgetriebenen Haustorien. Je nach der Vitalität der Wirtspflanze und des Pilzes gibt es Verschiedenheiten in der Form des Absterbens der Haustorien und der Wirtszellen.

Ich habe voriges Jahr *Uromyces Betae* Mitte Juli an Samenpflanzen in der Umgebung von Prag gesammelt und zytologisch an Mikrotomschnitten untersucht\*) und bin wie Z a c h zur Überzeugung gekommen, daß sich E r i k s s o n in manchen Fällen durch besonders veränderte

---

\*) Das Objekt wurde an der Stelle in schwacher Flemmingscher Lösung fixiert, die Schnitte wurden mit Safranin-Anilinwasser, auch nach vorheriger Tanninbeizung, gefärbt. Außerdem wurden die kranken Blätter auch in vivo an Handschnitten untersucht.

Haustorien oder Haustorienknäuel täuschen ließ, wenigstens was seine Plasmanukleolen betrifft, die er zur Mykoplasmatheorie in Beziehung bringt.

Man wird wohl nicht daran zweifeln, daß bei *Beta* die Pflanzen, an welchen die Aecidien von *Uromyces Betae* zum Vorschein kommen, immer de novo infiziert wurden, d. h. daß der Parasit nicht schon in den Zellen des im Samenknäuel verschlossenen Embryo vorhanden war. Denn sonst wäre es nicht gut begreiflich, warum Aecidien ziemlich selten an diesjährigen Pflanzen vorkommen sollten, obzwar auch dies der Fall ist, sondern meist auf Samenpflanzen im Frühjahr erscheinen. Wäre der Pilz schon mit dem Embryo übertragen, so müßte er eher und häufiger an diesjährigen, jüngeren Pflanzen auftreten. Obzwar hier also die Mykoplasmatheorie sicher keine Anwendung finden kann, trifft man dennoch in den Wirtszellen Gebilde, welche lebhaft an jene erinnern, die für *Puccinia*-Arten der Getreide von Eriksson als mit dem Mykoplasma in Zusammenhang stehend beschrieben wurden.

Ein anderer Grund, weshalb ich meine Erfahrungen mitteile, ist der, daß bei *Uromyces Betae* anscheinend die Verhältnisse viel einfacher liegen als bei *Puccinia glumarum* und *graminis*, so daß man alle Übergänge vom gesund ausschenden Haustorium bis zum toten Ballen verfolgen kann. Auch finden einige von Ward für Haustorien von *Puccinia glumarum* beschriebene Erscheinungen in meiner Mitteilung Bestätigung.

Auch in den Blättern der Zuckerrübe findet man die jüngsten Stadien der Haustorienbildung an dem Rande des Aecidienlagers. Die Hyphen wachsen interzellulär, aber nicht nur in den ursprünglichen Interzellularräumen, sondern auch an Stellen, wo es keine solche gab, so daß zuweilen, besonders in der nächsten Nachbarschaft der Aecidien manche Wirtszellen ringsherum vom Hyphengeflecht umgeben erscheinen. In größerer Entfernung von den Aecidien wachsen zwischen den Membranen meist nur vereinzelt Hyphen (Fig. 1). Sie dringen wohl zwischen die Membranamellen durch Auflösung der Mittellamelle.

Von hier sowie auch aus den Interzellularräumen senden die Hyphen Haustorien in die Zellen ein. Alle Gewebearten können Haustorien aufweisen, so in der Nähe der Aecidien auch die Epidermalzellen, besonders reichlich die parenchymatische Bündelscheide, zuweilen dringen die Hyphen zwischen die Leitungselemente der Gefäßbündel selbst ein und senden Haustorien in dieselben. Solche wurden manchmal in den Gefäßen selbst beobachtet.

Das Haustorium erscheint zunächst meist als ein gerader, dünner Faden, der allmählich dicker wird und dessen Ende gegen den Zellkern hin wächst. Der Kern legt sich dem Scheitel des Haustoriums an, zuweilen umgibt er denselben, so daß man dann auch sagen kann, daß das Haustorium in den Kern eingedrungen ist (Fig. 5, *H*). Nun können sich einige Haustorien verzweigen und verschiedenartig krümmen, woraus ein unregel-



mäßig gekrümmtes baumartig verzweigtes (Fig. 2, *H*) oder knäueiförmiges (Fig. 5 *K*) Haustorium resultiert. Die Membran dieser Haustorien ist dünn, am Scheitel am feinsten, glatt und tingiert sich gleichmäßig schwach rosa mit Safranin-Anilinwasser.

Aber an einigen Haustorien ist ein abweichendes Verhalten der Membran festzustellen. Dieselbe beginnt sich am Scheitel des Haustoriums zu verdicken, die Membran tingiert sich auch mit Safranin viel intensiver. Das Anfangsstadium trifft man immer nur an Haustorien, die dem Kern anliegen (Fig. 5, *H*). Im weiteren Stadium erscheint die Membran noch dicker, das Lumen der Hyphe verjüngt sich (Fig. 1, *D*). Das Haustorium nimmt an seinem Ende keulenförmige Gestalt an. Die verdickte Membran ist homogen, ihre Oberfläche glatt.

Als nachfolgendes Stadium halte ich jenes, wo das Lumen der angeschwollenen Hyphe ganz oder bis auf undeutliche Reste verschwindet (Fig. 10, *D*), wobei die Oberfläche des Haustorienscheitels höckerig oder mit strahlenförmigen sehr feinen Fortsätzen besetzt erscheint (Fig. 11, *D*). Zuweilen erscheint das angeschwollene Ende der Haustorien undeutlich begrenzt (Fig. 10, *D*), wie wenn es sich an seiner Oberfläche auflösen würde. In diesem Zustande sieht man fast nie mehr den Kern den Haustorien anliegen (Fig. 10, 11).

Selten sind die angeschwollenen Haustorien deutlich höckerig (Fig. 2, *D*). Immer lassen sie sich mit Safranin recht intensiv tingieren.

Wenn man an dünnen Schnitten den Zusammenhang der angeschwollenen Haustorienendigungen mit der noch normal aussehenden Hyphe nicht sieht, so könnte man die stark tingierten Gebilde leicht für extranukleäre Nukleolen halten. Sie ähneln ja solchen meist auch in ihrer Gestalt, da sie häufig einen kreisförmigen Querschnitt zeigen.

Man kann solche Gebilde auch am lebendigen Material gewahren, wo sie dann homogen, farblos erscheinen. Immerhin ist es möglich, daß sie nach der Zerstörung der Zelle durch Wasserzutritt noch mehr anschwellen, wie das Ward beobachtet zu haben scheint. Er sagt ja (1904, p. 40): „in certain stages the older haustoria swell up during preparation and may even assume a globular distended form“. Es ist auch nicht daran zu zweifeln, daß das angeschwollene Haustorium unserer Fig. 10 seiner Fig. 12 völlig entspricht. Wir konnten auch die Entstehung dieser Gebilde Schritt für Schritt verfolgen. Sie entstehen durch Quellung der Membran des Haustoriums, durch die schließlich auch das Hyphenlumen verschwindet. Der Hypheninhalt verschwindet aus dem angeschwollenen Teile völlig oder bis auf geringe Reste.

Was hat diese Anschwellung des Endteiles der Haustorien zu bedeuten? Aus dem Umstande, daß die Membran der Endteile langer Haustorien dünn und nicht verquollen ist, könnte vielleicht geschlossen werden, daß normal wachsende Hyphen nicht verquellen. Da die Aufquellung der Membranen immer nur am Scheitel der Haustorien, nie jedoch interkalar auftritt,

kann geschlossen werden, daß die aufgequollenen Teile nicht weiter wachsen (das Wachstum ist ja bei den Hyphen eben an einen kurzen Endteil beschränkt) und nicht durchwachsen. Hieraus folgt weiter, daß die mit einem aufgequollenen Endteile versehenen Haustorien ihr Wachstum eingestellt haben, daß überhaupt ihr jüngster Teil abstirbt, wie aus dem Verschwinden seines Lumens sowie der Desorganisation des Inhaltes hervorgeht. Daß der Kern der Wirtzelle dabei mitwirkt, ist wohl möglich, denn der ganze Vorgang geschieht fast immer im innigen Kontakt mit demselben. Allerdings, wenn die Aufquellung fertig ist, entfernt sich der Kern vom Haustorium (Fig. 10, 11).

Daß jedoch nicht das ganze Haustorium abgestorben ist, kann daraus geschlossen werden, daß es nicht selten nach der Degeneration des Endteiles einen Seitenast treibt, der ziemlich lang werden kann und wiederum auf den Kern zu wächst (Fig. 1, 2, 3, *D* ist die degenerierte Haustorienspitze, unter ihr ist ein neuer Ast erschienen, Fig. 3, *H*).

Neben diesen relativ einfachen Haustorien gibt es noch andere, komplizierter gebaute, entweder verzweigte oder knäueelförmig eingerollte: Auch diesen Knäueln legt sich meist der Kern an (Fig. 4, *K*, *N*).

Seltener als bei den einfachen Haustorien tritt hier eine Degeneration des Knäuels auf. Sie beginnt damit, daß der dem Kern anliegende Knäuel verdickte und intensiver tingierbare Membranen bekommt (Fig. 6, *K*), die dann aufquellen (Fig. 7), das Lumen der Hyphe verdrängen (Fig. 8) und zu einer fast strukturlosen Masse verschmelzen. Dieselbe wird häufig kappenförmig vom Kern umgeben (Fig. 9).

Wie gesagt, findet eine Degeneration der knäueelförmigen Haustorien seltener statt als jene der einfachen Hyphen, daher man auch den größten Teil der intensiv tingierbaren scheinbaren extranukleären Nukleolen als aus den Spitzen der letzteren entstanden anzunehmen hat.

An meinen Präparaten war recht häufig der Kern in Berührung mit den Haustorienspitzen zu sehen. Das ist eine häufige Erscheinung, welche verschiedenartig erklärt wurde. W. Magnus (1900) glaubt, daß die Haustorien nicht nur auf den Kern zu, sondern auch auf andere feste Inhaltsbestandteile der Zelle, z. B. auf die Amyloplaste wachsen können. Doch hat G u t t e n b e r g (1905) mehrere Momente angeführt, die uns annehmen lassen, daß die Haustorien vom Kerne angezogen werden; zuweilen nehmen sie ihm dann Stoffe ab, in anderen Fällen degenerieren ihre Spitzen in Berührung mit dem Kern.

Daß die Haustorien von Kern angezogen werden, erhellt auch an unserem Material in jenen Fällen, wo in die Zelle mehrere Haustorien eindringen. Sie krümmen sich dann meist alle — immer jedoch ihre Mehrzahl — zum Kerne (Fig. 1, 2), wie das auch G u t t e n b e r g für *Puccinia Adoxae* beschrieben hat. In den beiden eben genannten Figuren ist es ohne Weiteres klar, daß der Kern das Zentrum ist, zu welchem sich die Haustorien krümmen. Wo ein einziges Haustorium in die Zelle eindringt, da wäre

es nicht unmöglich, daß sich der Kern selbst zur Haustorienspitze begibt oder dorthin verschoben wird, wenn mehrere gerade Haustorien in der Zelle vorhanden sind. Es könnte sein, daß er ins geometrische Zentrum ihrer Spitzen verschoben wird. Er könnte ja zu denselben in ähnliche Wechselbeziehungen treten, wie er solche sonst zu den äußeren Plasmahäuten oder noch zu anderen in der Zelle vorhandenen Kernen aufweist. Aus dem Umstande, daß der Kern der Haustorienspitze in bestimmten Stadium ansitzt und dieselbe umgibt, kann sicher auf spezifische Beziehungen zwischen denselben geschlossen werden. Ähnlich wie Gutt en b e r g konnte auch ich feststellen, daß der Kern zunächst chromatinreicher wird (Fig. 8, 9), später jedoch inhaltsärmer und teilweise geschrumpft erscheint (Fig. 1, 3, 10, 11).

Ich muß jetzt noch zu der Erscheinung der Degeneration der Haustorienspitzen zurückkehren. Zunächst glaube ich, daß man nicht daran zweifeln wird, daß die Aufquellung der Haustorienspitze mit ihrer Degeneration verbunden ist. Denn nie habe ich an meinem Material ein Durchwachsen der aufgequollenen Spitze gesehen, auch nicht eine Verlängerung. Da das Streckenwachstum bei den Hyphen auf die äußerste Spitze beschränkt ist, wird gleichzeitig mit der Aufquellung derselben das Wachstum des Haustoriums eingestellt. Das Lumen der Haustorienspitze verschwindet, sein Inhalt wird zusammengepreßt, in knäueelförmigen Haustorien geht die Individualität der Hyphenwindungen verloren.

Diese Degeneration der Hyphenspitzen könnte entweder durch die Wirtszelle verursacht sein, oder sie könnte ein natürliches spontanes Absterben des Haustoriums selbst vorstellen. Dann wäre aber zu erwarten, daß es alle Haustorien und alle ungefähr auf einer gleichem Entwicklungsstufe zeigen werden. Das trifft aber bei Weitem nicht zu. Die Degeneration geht an ganz kurzen (Fig. 11), aber auch an viel längeren Haustorien (Fig. 1, *H*) vor sich, sie betrifft einfache aber auch schon knäueelförmig gewundene Haustorien (Fig. 8). Somit ist es kaum wahrscheinlich, daß jedes Haustorium auf einem bestimmten Entwicklungsstadium jener „gelatinösen Degeneration“ anheim fallen muß.

Viel näher liegt die Annahme, daß die Wirtszelle selbst diese Degeneration verursacht. Man müßte ihr dann die Fähigkeit zusprechen unter Umständen den jüngsten Teil des Haustoriums oder sogar ein ganzes Haustorienknäuel zu töten. Diese Fähigkeit besäße sie jedoch nicht dauernd, da ja das Haustorium, dessen Spitze abgestorben ist, später noch in einem Seitenast weiter wachsen kann. Man könnte da annehmen, daß die Wirtszelle je nach ihrem physiologischen Zustande, je nach ihrer Vitalität die Fähigkeit besitzt das eingedrungene Haustorium zu töten oder nicht.

Da fragt es sich aber, ob das Haustorium nur in Berührung mit dem Kerne getötet werden kann oder nicht. Wäre dies der Fall, so könnte man dem Kern eine aktive Teilnahme an dem Prozeß zuschreiben, wie das

z. B. bei der Verdauung der endophytischen Mykorrhiza bei *Nicotia* möglich ist (W. Magnus 1900). Das Zytoplasma selbst besäße die phagozytäre Fähigkeit nicht. In der Tat spricht für eine unerläßliche Teilnahme des Kernes an der Degeneration der Haustorienspitze zunächst der Umstand, daß den meisten degenerierenden Haustorienspitzen der Zellkern anliegt, daß er sich von ihnen nach ihrer völligen Degeneration entfernt und schließlich auch der häufige Fall, daß in einer Zelle mehrere Haustorien vorhanden sind, von denen nur jene die Quellung zeigen, welchen der Kern anliegt (Fig. 12, *D* degenerierende Haustorienspitze mit dem anliegenden Kern, *H* gesundes, vom Kern entferntes Haustorium). Dennoch möchte ich nicht behaupten, daß unter allen Umständen der Kern dem degenerierenden Haustorium anliegen muß. Ich habe nämlich eine Zelle gesehen, in welche vier Haustorien eingedrungen waren, drei längere berührten den Kern, das vierte, viel kürzere, war von ihm recht entfernt. Alle vier Haustorien wiesen auf ihrer Spitze die beginnende Membranquellung mit gesteigerter Färbbarkeit auf, somit auch das vierte, vom Kern recht entfernte.

Man darf wohl behaupten, daß in der Zuckerrübe die Haustorienspitzen meist in Berührung mit dem Zellkerne degenerieren. In derselben Zelle können gleichzeitig Haustorien, welche vom Kern entfernt sind, ihr gesundes Aussehen behalten. Man sieht, daß in einer und derselben Zelle differente Vorgänge — in Bezug auf die phagozytäre Tätigkeit — sich abspielen können, wobei wahrscheinlich die direkte Nähe des Zellkernes und seine Tätigkeit ausschlaggebend ist. Außerdem kann zuweilen wahrscheinlich in der ganzen Zelle auch ohne den direkten Einfluß der Zellkernes eine Degeneration der Haustorienspitzen stattfinden.

Man könnte sich vorstellen, daß wenn die Vitalität der Wirtszelle relativ niedrig ist, oder wenn die Virulenz der Haustorien relativ stark ist, es einer direkten Berührung oder dichten Nähe des Zellkernes bedarf, wenn das Haustorium an seiner Spitze degenerieren soll. Ist die Vitalität der Wirtszelle hoch, oder die Virulenz des Haustoriums relativ schwach, so bedarf es nicht einer direkten Nähe des Zellkernes.

Außerdem ist es möglich anzunehmen, daß in der Zelle das Verhältnis zwischen ihr und dem Pilze wechseln kann, wohl je nach ihrem physiologischen Zustande. Man sieht ja zuweilen (Fig. 3), daß die Haustorienspitze zunächst degenerierte, daß jedoch später ein Seitenast zum Kerne wuchs und daß er noch nicht degeneriert. Zwischen dem ersten Zustande, wo die Degeneration des Haustoriums geschah und dem jetzigen muß ein Unterschied vorhanden sein. Schon Z a c h (1910) hat darauf hingewiesen, daß das gegenseitige Verhältnis zwischen den Parasiten und der Wirtspflanze ein wechselndes sein kann, wir sehen nun, daß dies auch für jede einzelne Zelle gilt. Die Wechselwirkung zwischen der Wirtszelle und dem Pilze fällt eine Zeitlang zugunsten der ersteren, das anderemal zugunsten des zweiten aus.

Als Phagozyten bezeichnet man spezifische Zellen des tierischen

Körpers. Zur Abtötung der eingedrungenen Haustorien sind jedoch alle lebendigen Zellen der Wirtspflanze fähig, man könnte daher alle als Phagozyten bezeichnen. Das hätte jedoch in unserem Fall keinen Sinn, da hier keine Zellen als solche spezifiziert sind; man drückt daher die Verhältnisse am besten dann aus, wenn man sagt, daß unter Umständen alle lebendigen Zellen der Wirtspflanze fähig sind eine der phagozytären analoge Tätigkeit zu entwickeln. Spezielle Phagozyten sind in unserem Fall nicht differenziert.

Zach (1910) beschreibt ein Eindringen der Haustorien von *Puccinia glumarum* und *graminis* in den Zellkern, der dann degeneriert. Auch aus Erikssons Angaben (1904 a) folgt, daß es mit dem Zellkern der infizierten Zellen eine merkwürdige Bewandnis hat. An meinem Material konnte ich eine solche Kerndegeneration, wie sie Zach beschreibt, nicht feststellen, auch an dem von Guttenberg (1905) studierten Material war dies nicht der Fall. Die Hyphen drangen in den Kern selbst nicht hinein, so daß er sich nach vollzogener Verquellung des Haustoriums von demselben entfernen konnte. Die Degeneration ging nur so vor sich, daß der Kern inhaltsarm wurde und hierauf zu einem undeutlich strukturierten Gebilde schrumpfte. Eine solche wurde auch von Eriksson (1904) für den mit *Puccinia glumarum* infizierten Weizen beschrieben (p. 17).

Zu der von Eriksson verfochtenen Mykoplasmatheorie haben meine Untersuchungen insofern Beziehung, als sie es wahrscheinlich machen, daß Erikssons Plasmanukleolen (1904 a, p. 13), von denen ein sehr feiner Faden gegen die Zellwand verläuft, und zwar an Stellen, wo an der Außenseite ein interzellulärer Plasmakörper des Pilzes liegt, echte Haustorien mit aufgequollener und degenerierter Spitze vorstellen, wie sich das schon aus Wards Abbildung (1904, Fig. 12) schließen ließ. Daß ähnliche Gebilde aus Haustorien entstehen können, konnten wir Schritt für Schritt verfolgen. Ob man diese aufgequollenen Haustorienspitzen mit Zach als Exkretkörper bezeichnen kann, ist eine andere Frage. Sie hingen an meinen Präparaten noch immer, wo sie nicht quer durchschnitten wurden, mit dem normal aussehenden basalen Teile des Haustoriums zusammen. Aber es ist wohl möglich, daß sie sich in absterbenden Zellen vom Haustorium trennen können und als freie Exkretkörner auftreten. Daß sie verschieden groß sein können, folgt aus dem oben beschriebenen Entwicklungsgang der „gelatinösen“ Degeneration.

Eriksson selbst war sich dessen bewußt, daß seine Beobachtungen eventuell auch eine andere Auffassung zuließen und er gibt zu, daß tatsächlich da, wo eine äußere Infektion stattfindet, wirkliche Haustorien vorliegen (1904, p. 14). Wenn man nun die Möglichkeit der Degeneration ihrer Spitze, die Möglichkeit der Entstehung von nukleolenähnlichen Gebilden aus Haustorien und die Ähnlichkeit solcher Gebilde mit Erikssons Plasmanukleolen in Erwägung zieht, so wird man sich wohl der Auffassung von Zach anschließen, daß es sich nicht um eine

Aktivierung und ein Austreten des Mykoplasmas aus der Zelle handelt, sondern um verschiedene Stadien einer Wechselwirkung zwischen der Wirtszelle und den echten Haustorien parasitärer Pilze.

Ich halte es also für wahrscheinlich, daß auch Eriksson in den Plasmanukleolen nur degenerierte und degenerierende Haustorien vorgelegen sind. In anderen Punkten geben meine Untersuchungen keine Veranlassung zur Diskussion über die Mykoplasmatheorie. Das sie hier in Bezug auf Erikssons Erwiderung (K. Akad. Wien, Sitzb. 1900, p. 1043) auf Zachs zytologische Untersuchungen ausdrücklich hervorgehoben.

Pflanzenphysiol. Institut der k. k. böhm. Universität Prag.

## Literatur.

- De Bary, A.*, 1884, Morphologie und Biologie der Pilze.  
*Bernard, Noël*, 1909, Remarques sur l'immunité chez les plantes. Bull. de l'Inst. Pasteur. T. VII.  
*Eriksson, J., Tischler, G.*, 1903, Über das vegetative Leben der Getreiderostpilze. I., *Puccinia glumarum* (Schm.) Eriks. & Hen. in der heranwachsenden Weizenpflanze. K. Sv. Vet. Ak. Handl., Bd. 37.  
*Eriksson, J.*, 1904, Über das vegetative Leben der Getreiderostpilze. II., *Puccinia dispersa* Eriks. in der heranwachsenden Roggenpflanze. III., *Puccinia glumarum* (Schm.) Eriks. & Hen. in der heranwachsenden Gerstenpflanze. Ibidem, Bd. 38.  
*Guttenberg, H. v.*, 1905, Beiträge zur physiologischen Anatomie der Pilzgallen Leipzig.  
*Magnus, W.*, 1900, Studien an der endotropen Mykorrhiza von *Neottia Nidus avis*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35.  
*Ward, H. Marshall*, 1904, On the histology of *Uredo dispersa* Erikss. and the „Mycoplasma“ Hypothesis. Phil. Trans. Roy. Soc. London. Ser. B. V. 196.  
*Zach, F.*, 1909, Untersuchungen über die Keimwurzeln von *Sempervivum* und die daselbst auftretende endotrophe Mykorrhiza. Sitzb. d. K. Akad. Wien, mat. nat. Cl. Bd. 108, Abt. 1.  
*Zach, F.*, 1910 a, Studie über Phagocytose in den Wurzelknöllchen der Cycadeen. Oesterr. Bot. Zeitschr.  
*Zach, F.*, 1910, Cytologische Untersuchungen an den Rostflecken des Getreides und die Mycoplasmatheorie J. Erikssons. Sitzb. d. Akad. Wien, mat. nat. Kl. Bd. 109, Abt. 1.

## Tafelerklärung.

Alle Figuren beziehen sich auf *Uromyces Betae* in den Blattzellen einer Samenpflanze von *Beta vulgaris*. Sie wurden bei einer Vergr. Reich. Obj. 8 a, Komp. Ok. 4 gezeichnet.

*M* = Membran der Wirtszelle, *H* = normaler Haustorialfaden, *K* = knäuel-förmiges Haustorium, *D* = degenerierte Haustorienspitze, *N* = Kern der Wirtszelle. Fig. 1. Zelle mit mehreren Haustorien, die alle den Kern berühren.

Fig. 2. Ähnliche Zelle, die Haustorien sind gegen den Kern zu gerichtet.

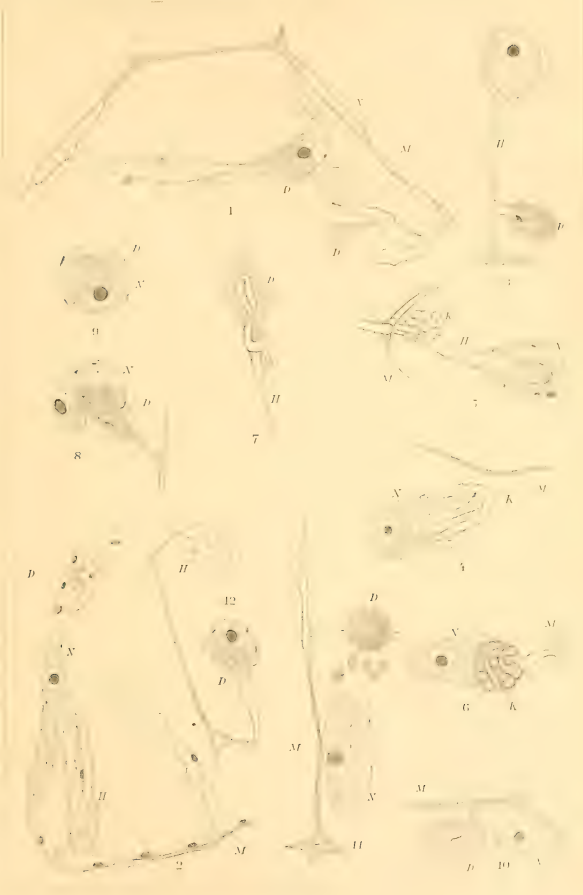






Fig. 3. Haustorium, dessen Spitze zunächst degenerierte, worauf an demselben ein Seitenast entstand.

Fig. 4. Knäueelförmiges, dem Kern anliegendes Haustorium.

Fig. 5. Ein an der Spitze vom Kern umgebenes, den Anfang der Degeneration aufweisendes Haustorium.

Fig. 6. Knäueelförmiges, dem Kerne anliegendes Haustorium, das zu degenerieren beginnt.

Fig. 7. Einfaches, knäueelförmiges Haustorium, im Aufquellen begriffen.

Fig. 8. Knäueelförmiges, degeneriertes 'Haustorium' am Längsschnitt, Fig. 9 am Querschnitt.

Fig. 10, 11. Einfaches Haustorium mit degenerierter Spitze.

Fig. 12. Zelle mit zwei Haustorien, von denen jenes, welchem der Kern anliegt, degeneriert.

# Zur Durchdringung zweier dreiachsigen Ellipsoide.

(Verhandlungen der Česká Akademie etc. Jhrgg. XX., Nr. 18.)

Von

**VINZENZ JAROLÍMEK,**

k. k. Regierungsrat, Professor an der k. k. böhm. technischen Hochschule zu Prag.

Mit 4 Tafeln.

Vorgelegt am 24. März 1911.

Heuer sind es eben hundert Jahre, als Chapuy, ein Schüler Monges, seine sinnreiche Konstruktion der Durchdringungskurve zweier Rotations-Ellipsoide, deren Achsen sich kreuzen, in der „Correspondance sur l'école polytechnique“ veröffentlicht hat, welche seither in alle Kompendien der Darstellenden Geometrie Aufnahme zu finden pflegt. Seitdem ist es nicht zu einem Versuche gekommen, die Methode Chapuys auch auf *dreiachsige* Ellipsoide zu erweitern, welche in allgemeiner gegenseitigen Lage gegeben sind, offenbar der damals unüberwindlichen Schwierigkeiten des Problems wegen.

In den letzten fünfzig Jahren hat jedoch die neuere Geometrie der Lage und namentlich die Theorie der imaginären Raumgrößen eine derartige Ausbildung erfahren, daß nunmehr die gestellte Aufgabe ohne wesentliche Schwierigkeiten und auf vollkommen befriedigende Weise gelöst werden kann. Die Methode Chapuys besteht bekanntlich darin, daß die Stellung derjenigen Parallel-Ebenen ermittelt wird, welche beide Ellipsoide in homothetischen Ellipsen schneiden; diese werden sodann auf eine Ebene von bestimmter Stellung orthogonal in Kreise projiziert, die gemeinsamen Schnittpunkte der Kreise zurückprojiziert und so zwei Punkte der gesuchten Durchschnittskurve vierten Grades gefunden, ohne irgendwelche Hilfsellipsen zeichnen zu müssen. Mit mehr Vorteil kann man aber die homothetischen Ellipsen auf eine *beliebige* Ebene in Kreise projizieren, jedoch klinogonal in bestimmter Richtung. Unsere Lösung ist nun die folgende.

## 1. Konstruktion von homothetischen Schnitten auf zwei Ellipsoiden.

Das eine Ellipsoid  $\varepsilon$  (Taf. I.<sup>1)</sup> sei durch die Achsen  $\overline{ab}$ ,  $\overline{cd}$ ,  $\overline{ef}$  in den Richtungen der Projektionsachsen, das andere  $\varphi$  in allgemeiner Lage durch die Achsen  $\overline{12} \perp \overline{34} \perp \overline{56}$  gegeben (die üblichen Indices sind den Projektionen der Scheitel in den Figuren nicht beigefügt). Die Flächen  $\varepsilon$ ,  $\varphi$  schneiden die unendlich entfernte Ebene in zwei imaginären Kegelschnitten  $E_\infty$ ,  $F_\infty$ . Diese haben vier imaginäre gemeinsame Schnittpunkte, welche, paarweise konjugiert, auf zwei reellen Geraden  $O_\infty$ ,  $U_\infty$  liegen. Es sind dies die sogenannten „ideellen Sehnen“, „Chordalen“ oder auch „Kollineationsachsen“ der Kegelschnitte  $E_\infty$ ,  $F_\infty$ , welche Ausdrücke jedoch nur in Bezug auf reelle Kegelschnitte Sinn haben. Auf jeder der Geraden  $O_\infty$ ,  $U_\infty$  bilden die beiden Kurven dieselbe Involution harmonischer Pole; und diese Definition gilt auch für imaginäre Kegelschnitte, welche in einer Ebene liegen. Jede Ebene im Raume, welche  $O_\infty$  oder  $U_\infty$  zur unendlich fernen Geraden hat, schneidet die Ellipsoide  $\varepsilon$ ,  $\varphi$  in homothetischen Ellipsen  $K$ ,  $L$ , indem sie auf  $O_\infty$  oder  $U_\infty$  dieselbe Involution  $I_o$  resp.  $I_u$  bilden. Die Doppelpunkte dieser Involution sind die unendlich fernen Punkte der imaginären gemeinsamen Asymptoten von  $K$  und  $L$ . Es handelt sich somit nur um die Gerade  $O_\infty$  oder  $U_\infty$ ; jede führt zum Ziele.

Das Resultat ändert sich offenbar nicht, wenn man das Ellipsoid  $\varphi$  durch ein anderes  $\varphi'$  ersetzt, welches mit  $\varphi$  homothetisch ist (ähnlich oder kongruent). Wir verschieben z. B.  $\varphi$  parallel so, daß es mit  $\varepsilon$  konzentrisch wird. Ziehen wir sonach durch den Mittelpunkt  $s$  von  $\varepsilon$  die Achsen des  $\varphi'$   $\overline{III} \nparallel \overline{12}$ ,  $\overline{III} \overline{IV} \parallel \overline{34}$ ,  $\overline{VVI} \parallel \overline{56}$ . Die bei dieser Transformation intakt gebliebenen Kegelschnitte  $E_\infty$ ,  $F_\infty$  projizieren sich aus  $s$  durch die imaginären Asymptotenkegel der Flächen  $\varepsilon$ ,  $\varphi'$ . Eine beliebige Ebene, etwa die durch den Scheitel  $e$  gelegte  $\varphi \perp \overline{ef}$ , schneidet die Kegel ( $sE_\infty$ ), ( $sF_\infty$ ) in imaginären Kegelschnitten  $E^i$ ,  $F^i$ , deren reelle Kollineationsachsen  $O$ ,  $U$  identisch sind mit den Zentralprojektionen von  $O_\infty$ ,  $U_\infty$  aus dem Zentrum  $s$  auf die Ebene  $\varphi$ . Die Ebenen ( $sO$ ), ( $sU$ ) lösen die Aufgabe. Es handelt sich nun um die Konstruktion der Geraden  $O$ ,  $U$ .

Der Kegelschnitt  $E^i$ , in welchem die Ebene  $\varphi$  den Asymptotenkegel ( $sE_\infty$ ) schneidet, hat den Mittelpunkt  $e$  und der Lage nach reelle Achsen  $\overline{a'b'} \nparallel \overline{ab}$ ,  $\overline{c'd'} \nparallel \overline{cd}$ , deren halbe Längen  $= i \cdot \overline{sa}$  und  $i \cdot \overline{sc}$  sind, wo

<sup>1)</sup> Die Figuren sind nach den Gesetzen der Darstellenden Geometrie in Orthogonalprojektionen konstruiert. Die Punkte sind in der böhmischen Literatur seit fünfzig Jahren fast allgemein üblichen Weise (neuestens auch in der deutschen, z. B. in Prof. Müllers Darst. Geom.) mit kleinen, die Linien mit großen latein., die Ebenen (nach Reye) und Flächen mit kleinen griechischen Buchstaben, die Horizontal- und Vertikalspur z. B. der Ebene  $\varphi$  mit  $P^\varphi$ ,  $N^\varphi$ , die Projektionen dieser Gebilde mit den Indices <sub>1</sub> und <sub>2</sub> bezeichnet. — ( $sO$ ) bezeichnet die durch den Punkt  $s$  und die Gerade  $O$  bestimmte Ebene.

$i = \sqrt{-1}$ . Der Kegel ( $sE\infty$ ) ist nämlich identisch mit der Direktrix des Polarbündels, welches von den Durchmessern und den konjugierten Durchmesserebenen des Ellipsoides  $\varepsilon$  gebildet wird, und  $E^i$  identisch mit der Direktrix des Polarsystems, in welchem die Ebene  $\varrho$  das Polarbündel schneidet. Machen wir  $\overline{c'a'} \nparallel \overline{s'a}$ ,  $\overline{e'b'} \nparallel \overline{s'b}$ , so wird dem Durchmesser  $\overline{s'a'}$  des Ellipsoides  $\varepsilon$  die konjugierte Diametralebene  $\tau$  entsprechen, deren Vertikalprojektion in die Gerade  $s_2b_2' \equiv \tau_2$  fällt; dem Pole  $a'$  von  $E^i$  entspricht sonach als Polare die Schnittlinie  $\varrho\tau \equiv \overline{b'b_2'} \perp \overline{a'b'}$ . Die Gerade  $\overline{a'b'}$  ist also wirklich eine Achse der Kurve  $E^i$  und  $a', b'$  das symmetrische Punktepaar in der elliptischen Involution, welche  $E^i$  auf der Achse  $\overline{a'b'}$  bildet und deren Potenz  $= -\overline{e'a'^2}$ .

Dasselbe gilt von der Achse  $\overline{c'd'} \perp \overline{a'b'}$  als Träger der Involution, deren Potenz  $= -\overline{e'c'^2}$  ( $\overline{e'c'} \nparallel \overline{s'c}$ ). Die reelle Ellipse  $E^r$  in der Ebene  $\varrho$  mit den Achsen  $= \overline{a'b'}$ ,  $\overline{c'd'}$  wäre die ideelle Abbildung des imaginären Kegelschnittes  $E^i$ , als homologe Transformation (zentrische Kollineation) aus dem Mittelpunkt  $e$ , der Kollineationsachse im Unendlichen und der Charakteristik  $\pm i$ . Es ist sonach  $E^r \cong \widehat{acbd}$ , d. i. mit der Hauptellipse  $\widehat{acbd}$  der Fläche  $\varepsilon$ . Die Kurven  $E^r$ ,  $E^i$  haben die Involution der konjugierten Durchmesser gemein, weil die Involutionen ihrer harmonischen Pole auf der unendlich fernen Geraden identisch sind, was für die folgenden Konstruktionen wichtig ist.

Wir schreiten nun zum Schnitte  $F^i$  der Ebene  $\varrho$  mit dem imaginären asymptotischen Kegel ( $sF\infty$ ) des Ellipsoides  $\varphi'$ . Der Mittelpunkt  $\omega$  von  $F^i$  ist im Schnittpunkte der Ebene  $\varrho$  mit demjenigen Durchmesser  $Q$  von  $\varphi'$  zu suchen, welcher zur Ebene  $\varrho$  konjugiert ist. Um  $Q$  zu bestimmen, suchen wir zunächst die Schnittpunkte  $m, n, p$  der Achsen  $III, IIIIV, VVI$  mit der Ebene  $\varrho$ . Ist  $m'$  der vierte harmonische Punkt zu  $I, II, m$ , dann wird die durch  $m' \perp III$  gelegte Ebene die Polarebene der Fläche  $\varphi'$  zum Pole  $m$ . Wenn wir analog die Polarebenen zu  $n$  und  $p$  in Bezug auf  $\varphi'$  konstruieren, so gibt der Schnittpunkt der drei Polarebenen den Pol  $r$ , welcher der Ebene  $\varrho$  entspricht. Die Verbindungslinie  $\overline{s'r} \equiv Q$  und der Schnittpunkt ( $Q\varrho$ )  $\equiv \omega$  (zufälligerweise ist hier  $Q_1 \parallel X$ ).

Das  $\triangle mnp$ , welches von den Hauptebenen des Ellipsoides  $\varphi'$  aus der Ebene  $\varrho$  ausgeschnitten wird, ist ein Poldreieck des Kegelschnittes  $F^i$ ; daß dieser imaginär ist, bestätigt der Umstand, daß der Mittelpunkt  $\omega$  in das Dreieck hineinfällt. Dem Durchmesser  $\overline{p\omega}$  ist der Durchmesser  $V \parallel \overline{m'n}$  konjugiert, dem  $\overline{n\omega}$  der Durchmesser  $W \parallel \overline{p'm}$ ; in der Involution, welche durch diese zwei Strahlenpaare bestimmt ist, konstruieren wir auf bekannte Weise das Rechtwinkelpaar  $\overline{\omega g} \perp \overline{\omega k}$  als Achsen der Kurve  $F^i$ , welche natürlich nur der Lage nach reell sind. Macht man ferner  $\overline{\omega l} = \overline{l'\omega} = \sqrt{\overline{p\omega} \cdot \overline{\omega p'}}$ , so wird  $t, t'$  das symmetrische Punktepaar in der Involution harmonischer Pole auf dem Durchmesser  $\overline{p\omega}$ . Die Punkte  $t, t'$  gehören der ideellen Abbildung  $F^r$  von  $F^i$  an im bekannten Sinne; die

Tangente von  $F'$  im Punkte  $t$  ist  $\parallel \overline{mn}$ , mittels welcher die Achsenlängen  $\overline{gh}$ ,  $\overline{kl}$  der reellen Ellipse  $F'$  nunmehr leicht gefunden werden. Die Halbachsen von  $F^i$  sind dann  $= i \cdot \overline{\omega g}$ ,  $i \cdot \overline{\omega k}$ .

Nun folgt die Konstruktion der Kollineationsachsen  $O$ ,  $U$  der imaginären Kegelschnitte  $E^i$ ,  $F^i$  (Taf. II, wohin die Achsen der Kurven aus der Taf. I. übertragen wurden). Die Halbachsen von  $E^i$  sind  $-i \cdot \overline{c'a'}$ ,  $i \cdot \overline{c'd'}$ , diejenigen von  $F^i = i \cdot \overline{\omega g}$ ,  $i \cdot \overline{\omega k}$ . Zunächst bestimmen wir das gemeinschaftliche Poldreieck  $xyz$ , durch dessen einen Scheitel, z. B.  $x$ , die Achsen  $O$ ,  $U$  hindurchgehen müssen. Obwohl die Kegelschnitte imaginär sind, kann man die bekannte Steiner'sche Konstruktion des Poldreieckes ohne Anstand anwenden. Jedem Punkte  $q$  ist ein Pol  $q'$  in Bezug auf  $E^i$ ,  $F^i$  zugeordnet, nämlich der Schnittpunkt der beiden Polaren von  $q$ . Bewegt sich  $q$  auf einer Geraden  $Q$ , so beschreibt  $q'$  einen Kegelschnitt  $H$ , als Erzeugnis zweier projektiven Strahlenbüschel, deren Mittelpunkte sich in den Polen der Kurven  $E^i$ ,  $F^i$  der Polare  $Q$  befinden; und dieser Kegelschnitt  $H$  muß offenbar die Scheitel des  $\triangle xyz$  enthalten. Es genügt demnach zwei solche Kegelschnitte  $H$ ,  $H'$  zu verzeichnen.

Machen wir zunächst die Achse  $\overline{a'b'} \equiv Q$  (Taf. II.), so wird  $H$  eine Hyperbel, welche wir einfach folgendermaßen bestimmen. Dem unendlich fernen Punkte der Achse  $\overline{a'b'}$  entspricht als Polare von  $E^i$  die Achse  $\overline{c'd'}$ , in Bezug auf  $F^i$  der zu  $\overline{a'b'}$  konjugierte Durchmesser  $\overline{\omega p}$ ; der Schnittpunkt  $(\overline{c'd'}$ ,  $\overline{\omega p}) \equiv p$  gibt einen Punkt von  $H$ . Einem zweiten Punkte von  $Q$ , z. B. dem Mittelpunkte  $e$  entspricht in  $E^i$  die unendlich ferne Polare, in  $F^i$  die Polare  $S$ : der Pol  $n$  von  $\overline{cm} \perp \overline{\omega l}$  fällt in die Achse  $\overline{kl}$ , und weil  $\overline{\omega n} \cdot \overline{\omega m} = -\overline{\omega k}^2$ , so machen wir  $\overline{\omega k^0} = \overline{\omega k}$ ,  $\overline{k^0 n} \perp \overline{m k^0}$ ; der Pol  $t$  von  $\overline{c'r} \perp \overline{\omega g}$  fällt auf  $\overline{gh}$ ,  $\overline{\omega t} \cdot \overline{\omega l} = -\overline{\omega g}^2$ , somit  $\overline{\omega g^0} = \overline{\omega g}$ ,  $\overline{g^0 l} \perp \overline{r g^0}$ , und die Verbindungslinie  $\overline{nt} \equiv S$ . Der dem Punkte  $e$  entsprechende Pol  $e'$  liegt sonach auf  $S$  und  $H$  im Unendlichen. Als dritten Punkt auf  $Q$  wählen wir  $\omega$  (welcher jedoch nur zufällig auf  $\overline{a'b'}$  gefallen ist); seine Polare in  $F^i$  liegt im Unendlichen, die Polare in  $E^i$  aber ist  $qT \perp \overline{a'b'}$  (wegen  $\overline{c\omega} \cdot \overline{c'q} = -\overline{c'a'}^2$  machen wir  $\overline{c'a^0} = \overline{c'a'}$ ,  $\overline{a^0 q} \perp \overline{\omega a^0}$ ); der dem Punkte  $\omega$  entsprechende Pol  $\omega'$  fällt auf  $T$  ins Unendliche. Da nun die Pole  $e'$ ,  $\omega'$  der Geraden  $Q$  in Bezug auf  $E^i$ ,  $F^i$  im Unendlichen liegen, so sind die projektiven Büschel, welche  $H$  erzeugen, Parallelstrahlenbüschel, und  $S$ ,  $T$  die Asymptoten der Hyperbel  $H$ . Aus den Asymptoten und dem Punkte  $p$  wird nun diese Hyperbel leicht konstruiert.

Die zweite Gerade  $Q'$  wählen wir derart, daß ihr als geom. Ort konjugierter Pole eine *Kreislinie*  $H'$  entspricht.<sup>1)</sup> Diese enthält die beiden imaginären Kreispunkte  $i$ ,  $j$  im Unendlichen, als Doppelpunkte der ab-

<sup>1)</sup> Ein Gedanke Prof. Šolins, welchen er bereits im J. 1885 in seiner sinnreichen Konstruktion der Hauptachsen eines Kegels II. Ordnung verwertete (Sitzungsberichte der Königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften in Prag, 1885, pag. 164).

soluten Involution  $I_\infty$ , welche sämtliche rechte Winkel der Ebene auf ihrer unendlich fernen Geraden bilden. Der Geraden  $I_\infty$  entspricht als geom. Ort konjugierter Pole ein bestimmter Kegelschnitt  $H''$  (in unserem Falle eine Hyperbel, welche jedoch nicht gezeichnet zu werden braucht); bestimmen wir die zu  $i, j$  konjugierten Pole  $i', j'$ , so wird die Verbindungslinie  $\overline{i'j'} \equiv Q'$ . Nehmen wir auf der Involution  $I_\infty$  zwei Punktepaare  $\alpha_1 \alpha_2, \beta_1 \beta_2$  an, und suchen ihre konjugierten Pole auf.  $\alpha_1 \alpha_2$  seien z. B. die unendlich fernen Punkte der Achsen  $\overline{a'b'} \perp \overline{c'd'}$ . Dem Punkte  $\alpha_1$  entspricht der konjugierte Pol  $\alpha'_1 \equiv p$  (wie oben), dem Punkte  $\alpha_2$  der Pol  $\alpha'_2 \equiv \omega$ . Weiters konstruieren wir die den unendlich fernen Punkten  $\beta_1 \beta_2$  der Achsen  $\overline{\omega g} \perp \overline{\omega k}$  entsprechenden Pole  $\beta'_1, \beta'_2$  also: ziehen wir im Kegelschnitte  $E^i$  den Durchmesser  $\overline{e\beta'_1}$ , welcher zur Richtung  $\overline{\omega g}$  konjugiert ist, und bestimmen seinen Schnittpunkt  $\beta'_1$  mit der Achse  $\overline{\omega k}$  (als Polare des Punktes  $\beta_1$  in  $F^i$ ); dem Punkte  $\beta_2$  entspricht als Polare von  $F^i$  die Achse  $\overline{\omega g}$ , als Polare von  $E^i$  der Durchmesser  $\overline{e\beta'_2}$ , welcher konjugiert ist zur Richtung  $\overline{\omega k}$ . Der Schnittpunkt von  $\overline{\omega g}$  mit  $\overline{e\beta'_2}$  gibt den Pol  $\beta'_2$ . Die Paare  $\alpha'_1 \alpha'_2, \beta'_1 \beta'_2$  bestimmen auf der Hyperbel  $H''$  eine quadratische Involution, deren Doppelpunkte  $i', j'$  auf der Involutionssache liegen müssen und den absoluten Kreispunkten  $i, j$  entsprechen, so daß ihre Verbindungslinie  $\overline{i'j'} \equiv Q'$ . Diese Involutionssache erhalten wir schließlich als Verbindungslinie derjenigen Punkte, in welchen sich die Verbindungslinien von je zwei und zwei nicht korrespondierenden Punkten schneiden:  $\overline{\alpha'_1 \beta'_1}$  schneidet  $\overline{\alpha'_2 \beta'_2}$  im Punkte  $\varrho$ ,  $\overline{\alpha'_1 \beta'_2}$  schneidet  $\overline{\alpha'_2 \beta'_1}$  im Punkte  $\sigma$ , die Gerade  $\overline{\varrho \sigma} \equiv Q'$ . Die Punkte  $i', j'$  sind natürlich die imaginären Schnittpunkte der Achse  $Q'$  mit der (nicht verzeichneten) Hyperbel  $H''$ . Es erübrigt nur noch auf  $Q'$  drei Punkte anzunehmen, ihre in Bezug auf  $E^i, F^i$  konjugierten Pole zu bestimmen und diese durch die Kreislinie  $H'$  zu verbinden. Vorteilhafter ist jedoch folgende Konstruktion. Dem Punktepaar  $\varrho \sigma$  in der Involution der Hyperbel  $H''$  auf  $Q'$  (deren Doppelpunkte  $i', j'$  sind) entspricht das Punktepaar  $\varrho_1 \sigma_1$  in der Involution  $I_\infty$  (mit den Doppelpunkten  $i, j$ ); der Pol der Geraden  $I_\infty$  ist im Mittelpunkte  $\tau$  des Kreises  $H'$ , aus welchem  $I_\infty$  durch die Durchmesser-Involution des Kreises projiziert wird. Wenn wir sonach die zu  $\varrho, \sigma$  in Bezug auf die Kegelschnitte  $E^i, F^i$  konjugierten Pole  $\varrho', \sigma'$  konstruieren (Taf. II.), so gibt die Strecke  $\overline{\varrho' \sigma'}$  einen Durchmesser des Kreises  $H'$ .

Die Kegelschnitte  $H, H'$  schneiden sich in vier Punkten, von denen einer,  $w'$ , nur als zufälliger erscheint (von der Wahl der Geraden  $Q, Q'$  abhängig); die übrigen drei  $x, y, z$  geben die Scheitel des gemeinsamen Poldreiecks der imaginären Kegelschnitte  $E^i, F^i$ . Zufällig ist offenbar derjenige Schnittpunkt  $w'$ , welcher zum Schnittpunkte  $(Q Q') \equiv w$  konjugiert ist. Zum  $\triangle xyz$  bemerken wir noch, daß es genügt, von der Hyperbel nur einen kleinen Bogen in der Nähe eines Scheitels, z. B.  $y$ , zu zeichnen. Denn sobald dieser als Schnittpunkt  $y$  mit dem Kreise  $H$  gefunden ist, so genügt es, seine Polare  $Y$  in Bezug auf  $E^i$  (oder  $F^i$ ) zu

zeichnen, welche die beiden übrigen Scheitel  $x, z$  enthalten muß; und diese Punkte erhalten wir nunmehr sofort mittels einer bekannten Konstruktion als das gemeinschaftliche Punktepaar der beiden Involutionen, welche die Kegelschnitte  $E^i, F^i$  auf  $Y$  bilden.

Die Kollineationsachsen  $O, U$  erhalten wir endlich als die Doppelstrahlen derjenigen Involution, welche die in Bezug auf  $E^i, F^i$  konjugierten Pole aus dem Scheitel  $x$  (es ist leicht einzusehen, daß die übrigen Involutionen aus den Scheiteln  $y, z$  elliptisch sind) projiziert, und welcher auch das Strahlenpaar  $\overline{xy}, \overline{xz}$  angehört. Ein zweites Paar liefern die Strahlen  $\overline{x\omega\gamma}, \overline{x\gamma'\parallel c'd'}$ , welche die konjugierten Pole  $\alpha_2' \equiv \omega$  und  $\alpha_1\infty$  aus dem Punkte  $x$  projizieren. Es erübrigt nur noch, die Doppelpunkte  $u, v$  der Punktinvolution  $(yz), (\gamma\gamma')$  auf der Geraden  $\overline{yz}$  zu konstruieren und dieselben mit  $x$  zu verbinden.  $\overline{xv} \equiv O, \overline{xu} \equiv U$  sind die Kollineationsachsen der imaginären Kegelschnitte  $E^i, F^i$ . Die Ebene  $(sO) \equiv \sigma$  (Taf. III.) und alle zu ihr parallelen Ebenen schneiden die Ellipsoide  $\varepsilon, \varphi'$ , somit auch die gegebenen  $\varepsilon, \varphi$  in homothetischen Ellipsen; und die zur Ebene  $(sU) \equiv \mu$  parallelen Ebenen geben ein zweites System von homothetischen Schnitten.<sup>1)</sup>

Bemerkenswert ist noch, daß die Verbindungsgeraden  $\overline{sx}, \overline{sy}, \overline{sz}$  *das einzige Tripel von gemeinsamen konjugierten Durchmesser der konzentrischen Ellipsoide  $\varepsilon$  und  $\varphi'$  bilden.*

## 2. Die Konstruktion der Durchdringung (Taf. III.).

Die Ellipsoide  $\varepsilon, \varphi$  seien in ursprünglicher Lage (nach Taf. I.) gegeben und die in der horizontalen Ebene  $\varrho$  liegenden Kollineationsachsen  $O, U$  aus Taf. II. in III. übertragen. Die Ebene  $(sO) \equiv \sigma$  schneidet das Ellipsoid  $\varepsilon$  in der Ellipse  $K$  mit den konjugierten Durchmessern  $\overline{mn}, \overline{p'q}$ , das Ellipsoid  $\varphi'$  aber in der homothetischen Ellipse  $L'$  mit den Durchmessern  $\overline{m'n'}, \overline{p'q'}$ . Ermitteln wir die Richtung, in welcher sich  $K$  auf die Grundrißebene in einen Kreis  $K'$  projiziert. Die Kurven  $K, K'$  und folglich auch ihre Grundrisse  $K_1, K'_1$  sind affin und bilden auf der Affinitätsachse  $P_1^\sigma$  (Horizontalspur der Ebene  $\sigma$ ) dieselbe Involution harmonischer Pole. Der Schnittpunkt  $\overline{p_1q_1}$  mit  $P_1^\sigma$  ist der Mittelpunkt  $r$  dieser Involution, weil der konjugierte Pol (als Schnittpunkt von  $\overline{m_1n_1}$  mit  $P_1^\sigma$ ) ins Unendliche fällt. Ziehen wir in  $K_1$  noch zwei konjugierte Durchmesser, z. B. die Diagonalen des Parallelogramms aus den Tangenten in  $m_1 n_1 p_1 q_1$ ; dieselben schneiden

<sup>1)</sup> Über homothetische Schnitte auf zwei anderen Flächen II. Ordnung siehe die Abhandlung des Verfassers im „Bulletin international de l'Académie des Sciences de Bohême 1901“. Speziell bei zwei elliptischen Paraboloiden kann man diese durch zwei elliptische Zylinder ersetzen, welche je eine beliebige Ellipse auf der Oberfläche des Paraboloides in der Richtung seiner Achse projiziert. Die homothetischen Schnitte auf zwei elliptischen Zylindern kann man sodann nach der Methode Chapuys ganz leicht konstruieren.

$P_1^\sigma$  in dem zu  $r$  symmetrischen Punktepaare  $t, t_0$ . Es ist sonach  $-\overline{rt^2}$  die Potenz der Involution; machen wir  $\overline{rs'} \perp P_1^\sigma$ ,  $\overline{rs'} = \overline{rt}$ , so wird  $s'$  zum Mittelpunkt des Kreises  $K'$ , welchen wir mit dem Halbmesser  $= \overline{s_1m_1}$  beschreiben. Die Gerade  $\overline{s_1s'}$  gibt die Richtung der Affinität der Kurven  $K_1K'$  in der Projektion, die Gerade  $\overline{ss'}$  die Richtung der Strahlen im Raume, welche die zu  $K$  homothetischen Ellipsen auf die Grundrißebene in Kreise klinogonal projizieren.

Bestimmen wir ferner die Durchmesser  $R$  und  $Q$  der Ellipsoide, welche mit der Ebene  $\sigma$  konjugiert sind, daher die Mittelpunkte der zu  $\sigma$  parallelen Schnitte verbinden. Eine beliebige Ebene  $\tau \parallel \sigma$  schneidet die Flächen  $\varepsilon, \varphi$  in den Ellipsen  $M, N$ , deren klinogonale Projektionen  $M', N'$  affin sind zu den Grundrissen  $M_1, N_1$  nach der Achse  $P_1^\tau$  (Horizontalspur der Ebene  $\tau$ ) und Richtung  $\overline{s_1s'}$ . Die Ebene  $\tau$  schneidet den Durchmesser  $R$  im Punkte  $u$ , die Hauptellipse  $\widehat{acbd}$  der Fläche  $\varepsilon$  im Punkte  $g$ ; bestimmen wir die mit ihnen affinen Punkte  $u', g'$  und beschreiben den Kreis  $M'$  mit dem Halbmesser  $\overline{u'g'}$ . Ferner schneidet die Ebene  $\tau$  den Durchmesser  $Q$  im Punkte  $\omega$  und die (ein für allemal gezeichnete) Hauptellipse  $\widehat{1526}$  der Fläche  $\varphi$  im Punkte  $h$ ; suchen wir die affinen Punkte  $\omega', h'$  und beschreiben den Kreis  $N'$  mit dem Halbmesser  $\overline{\omega'h'}$ . Die Kreise  $M', N'$  schneiden sich in zwei Punkten  $\alpha', \beta'$ , deren affine Punkte  $\alpha_1, \beta_1$  die Grundrisse von zwei Punkten  $\alpha, \beta$  der gesuchten Durchdringungskurve liefern. Die Aufrisse  $\alpha_2, \beta_2$  erhalten wir mittels der Aufrisse der klinogonal-projizierenden Strahlen  $\parallel \overline{s_2's_2}$ . Daß jede zu  $\sigma$  parallele Ebene  $\tau$  die biquadratische Durchdringungskurve nur in zwei Punkten schneidet, erklärt sich damit, daß die übrigen zwei Punkte imaginär sind und im Unendlichen liegen, nämlich in den Berührungspunkten der gemeinsamen Asymptoten der Ellipsen  $M$  und  $N$ .

Wir wollen zwar nicht behaupten, daß unsere Methode praktisch vorteilhafter wäre, als die bisher üblichen, obwohl diese auch komplizierte Konstruktionen erfordern. Sie ist jedoch — außer ihrem theoretischen Werte — auch noch deshalb von Interesse, daß damit zugleich auch die folgende bemerkenswerte Aufgabe gelöst wird:

3. Zu einem gegebenen Ellipsoide  $\varepsilon$  ist ein konzentrisches und zweipunktig berührendes Ellipsoid  $\psi$  von gegebener Gestalt und Lage zu konstruieren,

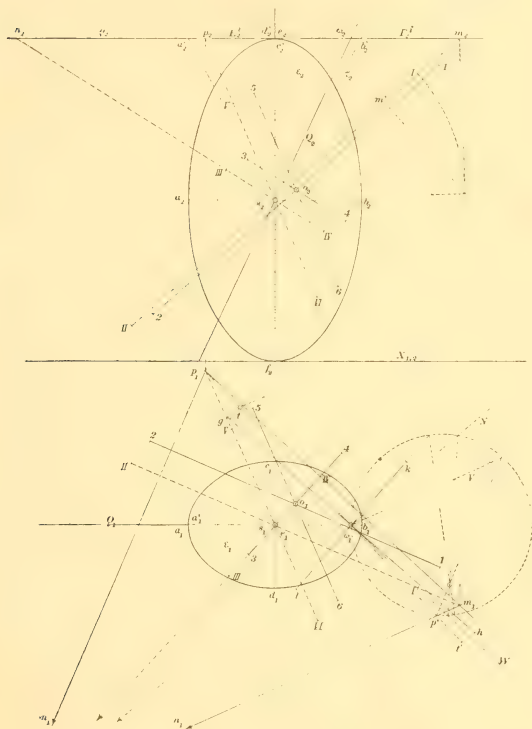
d. i.  $\psi$  soll homothetisch sein zu einem andern gegebenen Ellipsoide  $\varphi$  (Taf. IV.).

Die Durchdringung der Ellipsoide  $\varepsilon$  und  $\psi$  zerfällt — infolge ihrer Berührung in zwei diametral gegenüberliegenden Punkten  $a, b$  — in zwei reelle oder imaginäre Ellipsen  $K, M$ . Bestimmen wir (wie auf Taf. I.) ein mit  $\varepsilon$  konzentrisches Ellipsoid  $\varphi' \cong \varphi$  mit den Hauptachsen  $\overline{I'II'}$ ,

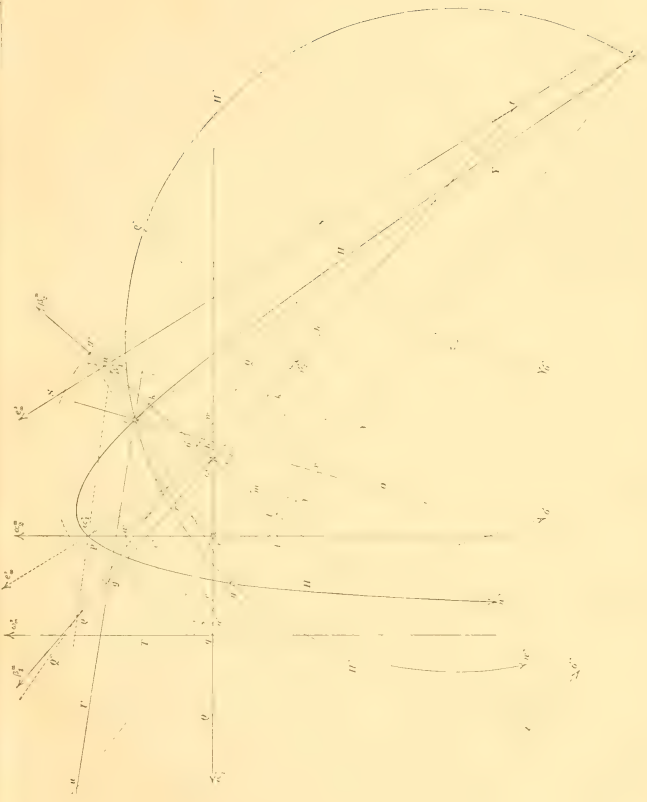


VINZENZ JAROLIMEK: Zur Durchdringung zweier drei-  
achsigen Ellipsoide.

TAFEL I.

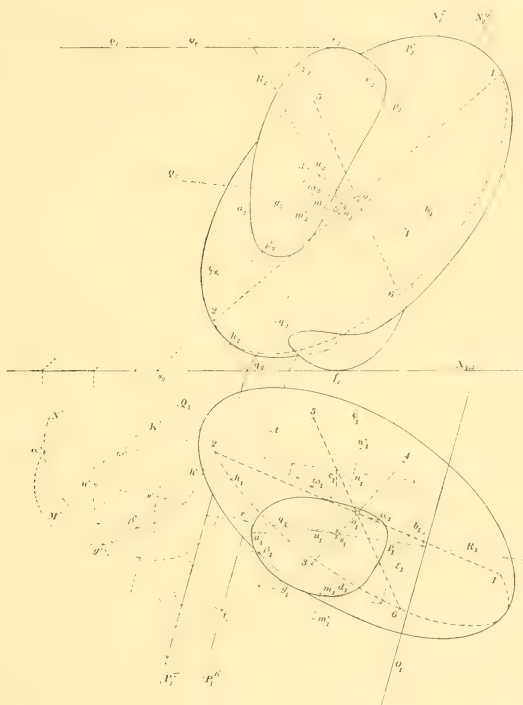








## TAFEL III.











$\overline{III'IV'}$ ,  $\overline{VV'I'}$ , ferner die Ebenen  $(sO) \equiv \sigma$ ,  $(sU) \equiv \mu$ , welche die Flächen  $\varepsilon$  und  $\varphi$  in homothetischen Ellipsen schneiden (welche Gebilde aus Taf. III. in IV. übertragen sind), und zeichnen die Ellipsen  $K$ ,  $M$  als Schnitte der Ebenen  $\sigma$  und  $\mu$  mit der Fläche  $\varepsilon$ . Die gemeinsamen Schnittpunkte  $a$ ,  $b$  der Ellipsen  $K$ ,  $M$ , welche auf die Schnittlinie  $\overline{\sigma\mu} \equiv \overline{s\bar{x}}$  fallen müssen, sind die Berührungspunkte des gegebenen Ellipsoides  $\varepsilon$  und des gesuchten  $\psi$ , welches somit durch die Ellipsen  $K$  und  $M$  sofort hindurchgelegt werden kann. Da  $\psi$  mit  $\varphi'$  konzentrisch und ähnlich ist, erhalten wir die Scheitel des Ellipsoides  $\psi$  wie folgt. Die Ebene  $\sigma$  schneidet die Flächen  $\varepsilon$ ,  $\varphi'$  in konzentrischen und homothetischen Ellipsen  $K$ ,  $L$  (Taf. III.) mit den konjugierten Durchmessern  $\overline{m\bar{n}}$ ,  $\overline{p\bar{q}}$ ,  $\overline{m'\bar{n}'}$ ,  $\overline{p'\bar{q}'}$ ; das Verhältniß  $s\bar{p}' : s\bar{p}$  ist zugleich dasjenige der Hauptachsen des Ellipsoides  $\varphi'$  zu den Hauptachsen des Ellipsoides  $\psi$ . Übertragen wir daher die Punkte  $p_1'$ ,  $p_2'$  in die Taf. IV. und machen hier  $\overline{p_1'I'} \parallel \overline{p_1'I}$ ,  $\overline{p_2'I'} \parallel \overline{p_2'I}$ , womit der Scheitel  $I'$  gefunden ist; analog bestimmen wir die übrigen Scheitel  $II'—VI'$  des Ellipsoides  $\psi$  und zeichnen schließlich aus den Projektionen der Hauptachsen auch die Umriss der Fläche.

Aber unsere Aufgabe hat *drei*, sämtlich *reelle* Lösungen. Ebenso wie die den Scheitel  $x$  des Poldreieckes  $xyz$  enthaltenden Kollineationsachsen  $O$ ,  $U$  (Taf. III.) mit dem Mittelpunkte  $s$  des Ellipsoides  $\varepsilon$  zwei Ebenen bestimmt hatten, welche die Flächen  $\varepsilon$ ,  $\varphi$  in homothetischen *reellen* Ellipsen schnitten und zum Ellipsoide  $\psi$  führten, welches die Fläche  $\varepsilon$  in den auf dem Durchmesser  $\overline{s\bar{x}}$  liegenden Punkten  $a$ ,  $b$  berührte, bestimmen analog die *imaginären*, durch den Scheitel  $y$  (Taf. II.) gehenden Kollineationsachsen der Kegelschnitte  $E^i$ ,  $F^i$  mit dem Punkte  $s$  die Ebenen *imaginärer* homothetischen Schnitte, durch welche jedoch ein *reelles* Ellipsoid  $\psi_2$  gelegt werden kann;  $\psi_2$  berührt die Fläche  $\varepsilon$  in denjenigen Punkten  $c$ ,  $d$ , in welchen  $\varepsilon$  vom Durchmesser  $\overline{s\bar{y}}$  geschnitten wird (Taf. IV.). Wenn wir noch den Schnittpunkt  $c'$  der Geraden  $\overline{s\bar{y}}$  mit dem Ellipsoide  $\varepsilon$  bestimmen, und die Hauptachsen des Ellipsoides  $\varphi'$  nach dem Verhältnisse  $\overline{s\bar{c}'} : \overline{s\bar{c}}$  verlängern, so erhalten wir die Hauptachsen des zweiten gesuchten Ellipsoides  $\psi_2$ , welches die Fläche  $\varepsilon$  umfassend und in den Punkten  $c$ ,  $d$  äußerlich berührend, dieselbe in zwei imaginären Kegelschnitten schneidet. Und wenn wir schließlich die Schnittpunkte  $e$ ,  $f$  des Durchmessers  $\overline{s\bar{z}}$  ( $z$  ist der dritte aus Taf. II. in IV. übertragene Scheitel des Poldreieckes  $xyz$ ) mit dem Ellipsoide  $\varepsilon$  konstruieren, so können wir durch dieselben ein drittes mit  $\varphi$  homothetisches Ellipsoid  $\psi_3$  legen, welches die Fläche  $\varepsilon$  in den reellen Punkten  $e$ ,  $f$  berührend im Innern derselben liegt und sie ebenfalls in imaginären Kurven schneidet. Unsere Aufgabe ist sonach *dritten Grades*.

# Zur Kenntnis der niederen Pilze.

## III. *Olpidium Salicorniae* n. sp.

Von

Dr. B. NĚMEC in Prag.

(Mit 26 Textfiguren und einer Tafel.)

Vorgelegt am 27. Juni 1911.

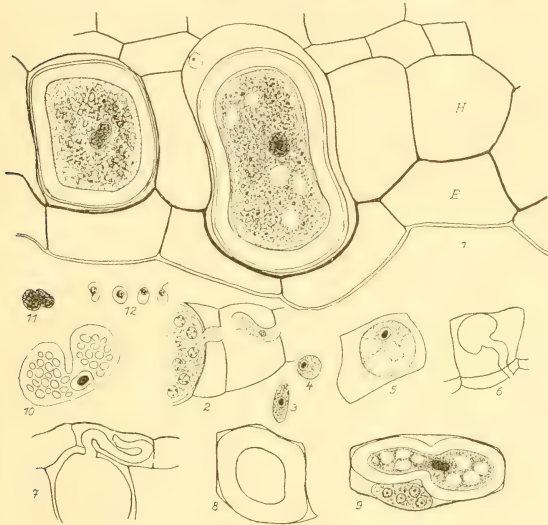
Die vorliegende Arbeit bringt die Beschreibung eines neuen Wurzelbewohnenden *Olpidium*, an dem es mir gelungen ist einige Verhältnisse aufzudecken, welche die Bedeutung der Dauerzysten sowie die Art der Infektion in neues Licht zu stellen geeignet sind.

Das neue *Olpidium Salicorniae* bewohnt Wurzeln von *Salicornia herbacea*. Die Pflanzen wurden im Frühjahr 1910 aus Samen im kalten Gewächshause erzogen, sie begannen im Winter 1910 abzusterben, und da wurden ihre Wurzeln untersucht. In denselben fanden sich zwei Chytridiazeeen vor, die eine bewohnte fast alle Wurzeln, es war eine Mycochytridinee (Rhizidiacee), die andere war viel seltener, daher es viel Arbeit gab ein genügendes Material davon zusammenzubringen. Ich habe daher das den Topfwänden anliegende Wurzelgeflecht in Stücke zerschnitten, fixiert und dann in Mikrotomserien zerlegt. So fanden sich unter den zahlreichen geschnittenen Wurzeln immer einige, welche den fraglichen Parasiten enthielten. Bei der Anfertigung der Präparate war mir meine Frau behilflich.

Obzwar zahlreiche infizierte Wurzeln aufgefunden und untersucht wurden, konnte dennoch nicht eine lückenlose Entwicklungsreihe des Parasiten zusammengestellt werden. Insbesondere fehlen mit einer einzigen Ausnahme Parasiten mit Kernteilungen, weiter konnte nicht die Keimung der Dauersporen erzielt werden, obzwar Wurzeln, die solche enthielten, drei Wochen lang in Hängetropfen beobachtet wurden. Sonst konnte ich einen ziemlich guten Überblick über die Entwicklung und Organisation des Parasiten gewinnen.

1. **Morphologie und Entwicklung.** Der Parasit, den ich als *Olpidium Salicorniae* n. sp. bezeichne, tritt fast ausnahmsweise nur in der äußersten Periblemschicht (in der Hypodermis) auf, was natürlich zu seiner Identifikation recht beiträgt. Als erstes Stadium kann

man membranlose, mit einem einzigen Kern versehene Zellen von verschiedener Größe betrachten, welche kugelig, eiförmig oder ellipsoidisch, selten von unregelmäßiger Gestalt sind (Fig. 5, 9, 10, 13). Ihr Zytoplasma ist anfangs dicht, körnig, in größeren Parasiten vakuolig. Häufig enthalten die

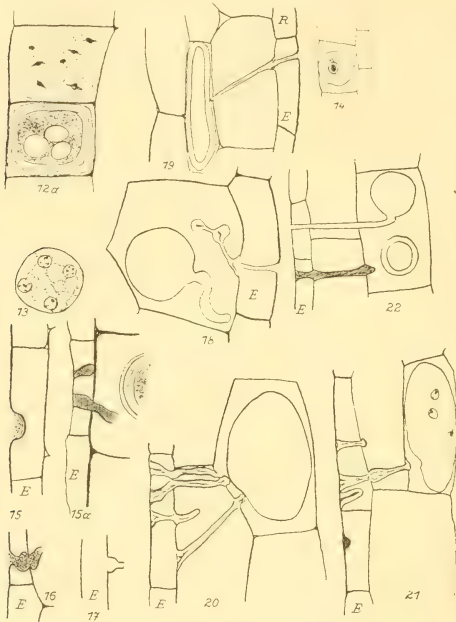


*Olpidium Salicorniae*. 1, Zysten im Wurzelhypoderm. 2, Ein Zoosporangium mit dem Entleerungsschlauch. 3—6, junge Stadien des Parasiten. 6, 7, leere Zoosporangien. 8, eine Zyste. 9, Zelle mit eingeschnürter Zyste und einer Zoosporangiumanlage. 10, nackter Parasit. 11, verschmelzende Kerne in einer Zyste. 12, Zoosporen. E, Rhizodermis. H, Hypodermis. Reich,  $\frac{1}{13}$ , C. Ok. 6.

Vakuolen ein homogenes Koagulum, besonders im späteren Entwicklungsstadium. Der Kern ist relativ groß, enthält einen großen, stark tingierbaren Nukleolus. Sonst enthält der Kernraum keinen stärker tingierbaren Inhalt. Man kann im Hypoderm ganz kleine, bis auch ansehnlich große nackte, einkernige Parasiten finden (Fig. 3, 4, 5).

Diese nackten Zellen werden entweder zu Zoosporangien oder zu Dauerzysten. Im ersten Fall vermehren sich die Kerne (Fig. 9, 12, 13), der Parasit umgibt sich mit einer ziemlich dünnen Membran und sein

Inhalt zerfällt in eine große Anzahl von einziligen schwach verlängerten Schwärmsporen. An dem äußeren Pol enthält das Zoosporangium immer eine kernlose Partie, die von einer sehr feinkörnig fixierten Substanz erfüllt ist (Taf. Fig. 6). In der Nähe dieser Partie entsteht dann der Entleerungs-



*Olpidium Salicorniae*. 12a, Zyste und ein Zoosporangium mit Teilungsfiguren. 13, mehrkernige Zoosporangienanlage. 14, junger Parasit. 15—22, Epidermis (E) und Hypodermiszellen (H), teilweise auch Rindenzellen (R) mit Infektionsröhrchen. Reich.  $\frac{1}{12}$ , C. Ok. 6.

schlauch, der vom kernhaltigen Zytoplasma erfüllt ist (Fig. 2, 6), ähnlich wie bei *Olpidium Brassicae*. Häufig ist er verschiedenartig gekrümmt (Fig. 7, 18), doch gelangt er dennoch meist durch die Rhizodermis nach Außen (Fig. 22). Die Zoosporangien sind verschieden groß (Fig. 18—22), kugelig, ellipsoidisch oder eiförmig (Fig. 20, 21, 23). Meist enthält die

infizierte Zelle ein einziges Zoosporangium, doch kommen auch nicht selten Zellen mit zwei, seltener mit drei kleineren Zoosporangien vor (Taf.-Fig. 3, 4, 5). Die entleerten Zoosporangien schrumpfen meist verschiedenartig zusammen (Fig. 6, 21).

In anderen Fällen entstehen aus den nackten Parasiten Dauerzysten. Dieselben sind ebenfalls verschieden groß und von verschiedener Gestalt. Sie besitzen eine glatte sehr dicke, lamellenartig geschichtete Membran, an der ein äußerer dünnerer und ein innerer, dickerer, geschichteter Teil zu unterscheiden ist (Taf.-Fig. 1, 3). Sie enthalten ein dichtes Plasma, in dem grobkörnige Einschlüsse, wohl Reservestoffe, Vakuolen und Fettkörper zu unterscheiden sind, außerdem ein meist zentral gelegener, ziemlich großer Kern (Fig. 19, 25, 26). Kleinere Zysten sind kugelig, die größeren fügen sich der Gestalt der Wirtszelle an. Dieser Kern erschien sehr häufig, ja zumeist eingeschnürt, wie wenn er aus zwei zusammenfließenden Kernen entstanden wäre (Fig. 1, 11). Zuweilen enthielt die Zyste zwei nahe beieinander gelegene Kerne. Das gab mir Veranlassung zu untersuchen, ob bei der Entstehung der Dauersporen nicht ein Sexualakt im Spiele ist. Ich fand jedoch keine eben verschmelzenden nackten Parasiten. Da jedoch die nackten Parasiten einkernig, die Zysten zweikernig oder mit einem anscheinend aus zweien verschmelzenden Kern versehen sind, so ist es wohl möglich, daß in einigen Zellen je zwei nackte einkernige Individuen verschmelzen und eine Dauerzyste bilden. Man findet zuweilen schon mit einer Membran umgebene Dauerzysten (Fig. 9, 25, 26), welche noch eingeschnürt sind.

Für die Richtigkeit dieser Anschauung spricht auch der Umstand, daß man in derselben Wurzelpartie Zoosporangien neben Dauerzysten trifft (Taf.-Fig. 3), ja daß in derselben Zelle eine Dauerzyste und ein Zoosporangium zur Differenzierung gelangen können (Fig. 9). Wir wissen, daß verschiedene Fortpflanzungsarten durch verschiedene äußere Umstände bei den niederen Pflanzen hervorgerufen werden. Wenn sich nun die Parasiten in einem Gewebe (dem Hypoderm) befinden, so könnte man meinen, daß man kaum in einer bestimmten Wurzelzone verschiedene Fortpflanzungsarten treffen könnte, wenn dieselben durch verschiedene äußere Umstände hervorgebracht werden sollten. Noch weniger würde man das gleichzeitige Vorkommen von Zoosporangien und Dauerzysten in einer und derselben Zelle erwarten. Nimmt man jedoch an, daß Dauerzysten nach einer stattgehabten Kopulation entstehen, so ist es leicht erklärlich, warum in derselben Wurzelzone Zoosporangien und Dauerzysten untermischt vorkommen können. Parasiten, die nicht Gelegenheit fanden zur Kopulation, bilden Zoosporangien, jene, welche kopuliert hatten, bilden Dauerzysten. Die Kopulation selbst könnte durch bestimmte äußere Umstände ausgelöst werden, so daß sie nicht immer stattfinden muß. So wäre es erklärlich, daß in einigen Wurzelzonen die Zoosporangien (Fig. 4—6), in anderen die Zysten überwiegen (Fig. 1).

Zwar wäre es noch möglich anzunehmen, daß in den Dauerzysten eine amitotische, direkte Kernteilung vor sich geht, ähnlich wie auch für *Synchytrium* Amitosen beschrieben werden. Mir scheint das nicht annehmbar zu sein, da im Wurzelgeflecht, das drei Wochen lang im Wasser lag, immer noch Zysten mit einem einheitlichen oder angeschnürten Kern oder

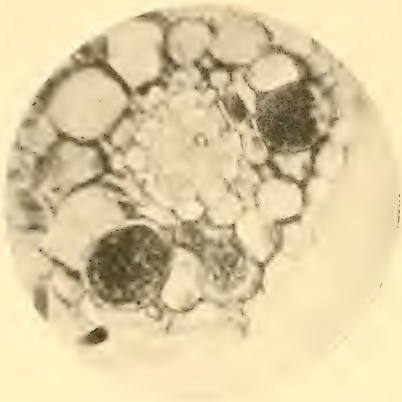


Fig. 23. Querschnitt durch eine Wurzel mit Zoosporangien von *Olpidium Salicorniae* (Reich.  $\frac{1}{12}$ , C. Ok. 6).

mit zwei Kernen getroffen wurden. Würde es sich um Kernteilung handeln, die eine Vorbereitung zur Keimung der Zysten wäre, so ließen sich doch auch weitere Stadien erwarten.

Der Pilz lebt meist nur in der Hypodermalschicht der Wurzeln, wovon man sich am besten an Querschnitten überzeugen kann (Fig. 1, 7, 18). Er reizt zwar die Wirtszellen nie zur Zellteilung, dafür bewirkt er ihre Hypertrophie, die meistens sehr auffallend ist (Fig. 1, 7, 23, Taf.-Fig. 1, 2, 4—6). Die infizierten Zellen vergrößern sich sowohl in radialer als auch in tangentialer Richtung, bedeutender allerdings in radialer Richtung, so daß die Wurzel an der Infektionsstelle merklich dicker erscheinen kann. (In Fig. 23 sind scheinbar auch einige nicht infizierte Zellen hypertrophiert. Diese besaßen jedoch geschrumpfte, an den Nachbarschnitten sichtbare Zoosporangien.)

Von dieser Erscheinung, daß der Parasit eine starke Hypertrophie bewirkt, fand ich nur spärliche Ausnahmen. Sie betrafen erstens Wurzel-

zonen, welche wohl zur Zeit der Infektion schon ausgewachsen waren, was an der Länge ihrer Zellen zu erkennen ist (Fig. 24). Sonst infiziert der Pilz die Wurzel in der Nähe der Spitze, etwa in der ersten Hälfte der Streckungszone, wie sich aus der geringen Länge der Zellen schließen läßt (Taf.-Fig. 1).

Die zweite Ausnahme betraf Zellen, die unter dem Hypoderm lagen, also der zweiten Periblemschicht angehörten. Sie wurden nämlich zuweilen



Fig. 24. Längsschnitt durch eine Wurzel, deren Zellen Zysten und ein leeres Zoosporangium enthalten (Reich.

<sup>1</sup><sub>12</sub>, C. Ok. 6).

ebenfalls infiziert (Fig. 19, 21), worauf sie dann keine Hypertrophie aufwiesen. Sie blieben eng langgestreckt und die in ihnen vorhandenen Daueryysten zeigten eine eben solche Gestalt.

Die durch *Olpidium Salicorniac* verursachte Hypertrophie läßt sich wohl mit jener vergleichen, die durch *Synchytrium* verursacht wird\*) (Küster 1903, Guttenberg 1909), obzwar sie bei diesem auffallender sein kann.

2. Zytologische Beobachtungen. Die Kerne der nackten Parasiten sind ziemlich groß und besitzen einen auffallend großen,

\*) Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. Jena, 1903. Guttenberg, H. v., Cytologische Studien an *Synchytrium*-Gallen. Jahrb. f. wiss. Bot Bd. 46.

meist ellipsoiden Nucleolus (Fig. 5, 10). Der Nucleolus ist stark tingierbar, sonst enthält der Kern keine deutlich strukturierte und tingierbare Substanz. Vor der Verwandlung zum Zoosporangium wird der Parasit mehrkernig (Fig. 13, 9), der Nucleolus ist dann viel kleiner (Fig. 9). Ich fand auch Stadien, wo der Kern anscheinend nur mehrere (etwa vier) ziemlich große Chromatinkörner enthielt, die durch achromatische Fäserchen verbunden waren, wobei ein Nucleolus nicht zu unterscheiden war (Fig. 2). Ich fand nur einen einzigen Parasiten, welcher Teilungsfiguren enthielt. Er enthielt mehrere Äquatorialstadien (oder Anfänge der Metakinesis) alle am gleichen Teilungsschritt (Fig. 12). Die Spindel war schwach entwickelt. Zentriolen konnte ich nicht zu Gesicht bekommen. Vorläufig läßt sich nicht sagen, ob hier vegetative oder reproduktive Teilungen vorliegen.

Die Zoosporen sind, soweit beobachtet, alle von gleicher Größe. Sie sind birnförmig oder eiförmig, an dem spitzen Pol befindet sich ihr Kern, der häufig zur Basis der Zilie einen kurzen Fortsatz entsendet (Fig. 12, 21), was auf einen Zusammenhang zwischen dem Kern und der Zilie hindeutet, wie das so häufig der Fall ist.

Die Zysten enthalten, wie schon gesagt, einen oder zwei Kerne. Ihr Inhalt ist dicht und der Nucleolus daher nicht immer deutlich zu unterscheiden. Doch ist ein solcher sicher vorhanden (Fig. 1). Das Plasma enthält zahlreiche mehr oder weniger stark tingierbare Körnchen und in vivo sieht man in demselben auch große Ölkörper.

3. Die Infektion. Da ich Zoosporen in vivo nicht beobachtet habe, so kann ich über die Anfänge des Infektionsvorganges eigentlich nichts aussagen. An Präparaten wurden jedoch Erscheinungen festgestellt, die ich nicht zage in Beziehung zur Infektion zu bringen. Man sieht nämlich sehr häufig an der äußeren Wand der Rhizodermis zäpfchen- oder warzenförmige Exkreszenzen, welche in das Innere der Zelle hineinragen, oder bis zur Innenwand verlaufen, worauf sich dann von dieser die Exkreszenz noch in die Hypodermalzelle fortpflanzt (Fig. 15—21). Ein enges Lumen läßt sich in diesen Exkreszenzen meist deutlich sehen. Das Ende der Exkreszenz ist abgerundet oder abgestutzt (Fig. 15, 16), zuweilen keulenförmig aufgetrieben. Auch kann es mehrere Auftreibungen besitzen (Fig. 16, 18).

In allen Hypodermiszellen, in welche diese röhrenförmigen Exkreszenzen führen, läßt sich die Chytridiacee *Olpidium Salicorniae* nachweisen, wennzwar zuweilen nur als die leere Membran des Zoosporangiums (Fig. 15—21). Das hat mich zur Überzeugung gebracht, daß die röhrenförmigen Exkreszenzen mit dem Parasiten in Zusammenhang stehen, wobei, wie ich glaube, nur auf die Infektion zu denken ist. Ich denke nämlich, daß die röhrenförmigen Exkreszenzen die Stelle und den Weg kennzeichnen, wo die Infektion der Wurzeln vor sich gegangen ist.

Ich stelle mir das so vor. Eine Zoospore setzt sich an die äußere Rhizodermiswand, und an dieser Stelle beginnt die Membran zu wachsen und ins Zellinnere sich einzustülpen, so daß zunächst eine muldenförmige



Vertiefung entsteht (Fig. 15), an deren Boden der Parasit sich befindet. Durch weiteres Wachstum nimmt die Mulde die Gestalt eines Zäpfchens und einer trichterförmigen Röhre an, welche die innere Wand der Rhizodermiszelle erreicht, mit derselben verschmilzt und dieselbe wiederum zum Wachstum und zur Einstülpung in das Zellinnere reizt. Aber in der Hypodermiszelle löst sich bald das Ende der Infektionsröhre auf. Der Parasit dringt aus derselben in die Zelle ein, worauf sich wohl die Röhre meist schließt. Es wurden sowohl geschlossene als auch geöffnete gefunden (Fig. 15 a, 20, 21). Es kann passieren, daß sich das Ende der Infektionsröhre schon in der Rhizodermiszelle öffnet, dann kann sich der Parasit an die innere Rhizodermiswand anlegen, die Bildung einer neuen Infektionsröhre veranlassen (Fig. 17) und so in die Hypodermiszelle gelangen.

Ich muß ausdrücklich betonen, daß sich diese Exkreszenzen von jenen unterscheiden, welche bei einigen Pflanzen in das Innere der Rhizo-



Fig. 25, 26. *Olpidium Salicorniae*, eingeschnürte Zysten mit zwei Kernen. 26 wurde bei einer ein wenig niedrigeren Einstellung als 25 photographiert (Reich. Obj. 8a, C. Ok. 6).

dermiszellen oder der Trichoblasten hineinragen. Es gibt zwar bei *Salicornia* ziemlich häufig in den Wurzelhaaren oder in der Rhizodermis selbst niedrige, solide wärzchenförmige Verdickungen der Zellwand (Fig. 21), aber dieselben unterscheiden sich bedeutend von den oben beschriebenen Infektionsröhren. Sie kommen auch in Wurzeln vor, welche überhaupt nicht durch *Olpidium Salicorniae* infiziert sind, wogegen die Infektionsröhren nur in Wurzeln oder Wurzelabschnitten vorkommen, wo sich auch *Olpidium Salicorniae* nachweisen läßt.

Daß jedoch die Infektionsröhren mit Recht so bezeichnet werden können, beweisen Fälle, wo auch die unter dem Hypoderm befindliche Zellschicht infiziert erscheint. Da lassen sich auch Infektionsröhren nachweisen, welche bis in diese dritte Zellschicht führen (Fig. 19—21). Zuweilen kommt es dann vor, wenn durch Tangentialteilung das Hypoderm zweischichtig geworden ist (Fig. 20, 21), zuweilen dringen jedoch die Infektionsröhren in die richtige äußere Rindenschicht (Fig. 19), worauf dann diese auch infiziert wird.

Häufig dringen in eine Wirtszelle mehrere Infektionsröhren ein, wir wissen jedoch, daß tatsächlich mehrere Parasiten in einer Zelle vegetieren können (Fig. 20). Nebenbei sei betont, daß diese Infektionsröhren sehr leicht von den dünnwandigen Entleerungsschläuchen der Zoosporangien (Fig. 22) zu unterscheiden sind.

Wenn man nach Analogieen zu den beschriebenen Infektionsröhren sucht, so könnten vielleicht die sog. Stabbildungen im Holze einiger Koniferen (bes. *Pinus*) angeführt werden. Es braucht nicht weiter dargetan werden, daß zwischen diesen und jenen nur eine äußere Ähnlichkeit besteht. Eine wirkliche Ähnlichkeit besteht jedoch zwischen den Infektionsröhren und den Zellulosescheiden, mit welchen die Wirtszelle die Hyphen der eindringenden Ustilagineen umgibt (vgl. G u t t e n b e r g 1905, daselbst auch weitere Literatur). Wenn die Hyphe in eine Zelle einzudringen versucht, so stülpt sich durch starkes lokalisiertes Flächenwachstum die Membran vor derselben in das Zellinnere ein, es kann jedoch auch vorkommen, daß die Hyphe die Zellulosescheide durchdringt und ins Protoplasma der Wirtszelle eindringt, ebenso wie das für *Olpidium Salicorniae* gilt (G u t t e n b e r g gibt eine etwas von dieser abweichende Erklärung des Vorganges an). Wenn vielleicht bei den von Ustilagineen befallenen Pflanzen die Scheidenbildung eine Abwehr der Wirtspflanze bedeutet, kann das bei den Infektionsröhren von *Olpidium Salicorniae* nicht der Fall sein. Hier liegt eine Anpassung vor, welche das Eindringen des Parasiten ins Hypoderm ermöglicht.

Warum für gewöhnlich eben das Hypoderm infiziert wird, kann nicht sicher angegeben werden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es für den Parasiten vorteilhaft ist, daß die Hypodermzellen länger am Leben bleiben als die Rhizodermis, daß sie an und für sich größer und wachstumsfähiger sind und daß sie auch besser ernährt werden, als die vergängliche Rhizodermis.

Ich wage es nicht die Infektionsröhren in Beziehungen zu bringen zu einigen Erscheinungen bei den Cladochytridiaceen. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß neben *Olpidium Salicorniae* noch andere Chytridiaceen bei der Infektion ähnliche Bildungen veranlassen.

Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. böhm. Universität Prag

## Tafelerklärung.

Alle Figuren beziehen sich auf *Olpidium Salicorniae* n. sp. in den Wurzeln von *Salicornia herbacea*. Die Präparate wurden bei einer Vergrößerung Reichert Imm.  $\frac{1}{12}$ , K. Ok. 6, Auszug 30 cm photographiert.

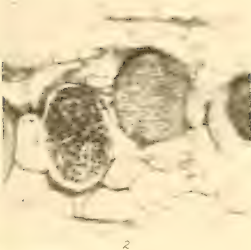
Fig. 1. Längsschnitt durch eine Wurzel mit Zysten.

Fig. 2. Zoosporangien in hypertrophierten Zellen.

Fig. 3. Wurzel mit Zysten und Zoosporangien. In einer Zelle sind zwei Zoosporangien vorhanden, in einer anderen eine Zyste neben einem Zoosporangium.

Fig. 4, 5. Zoosporangien von verschiedener Größe.

Fig. 6. Ein Zoosporangium mit einer kernlosen fein granulierten Substanz.





# Ein Beitrag zur Morphologie des Dikotylenblattes.

Von

Prof. Dr. **KAREL DOMIN**

(Prag, böhm. Universität).

Mit 5 Tafeln.

(Vorgelegt am 16. Juni 1911.)

Es wurde bisher kein systematischer Versuch gemacht, die Stipularbildungen in Einklang mit der von GAUDICHAUD<sup>1)</sup> gegründeten, von C. H. SCHULIZ<sup>2)</sup> weiter ausgearbeiteten und in neuester Zeit besonders von VELENOVSKÝ<sup>3)</sup> durch zahlreiche Gründe gestützten und bekräftigten Anaphytosentheorie zu bringen. Speziell wurde das Verhältnis zwischen den Blattscheiden und den Nebenblättern bisher nicht hinreichend aufgeklärt. Manche Autoren halten den Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen für einen nur stufenweisen, andere wollen überhaupt keinen phylogenetischen Zusammenhang zwischen den Blattscheiden und den Stipeln erblicken. Nur ganz vereinzelt wurde die Ansicht laut, daß die Nebenblätter durch Reduktion der Scheide entstehen, während H. GLÖCK<sup>4)</sup> die Ansicht vertritt, daß die paarigen Stipeln den phylogenetisch ältesten Typus darstellen, der als Ausgangspunkt für alle anderen Stipularorgane gedient hat. Die Blattscheide ist nach GLÖCK durch Verschmelzung der Stipeln mit dem Blattstiele entstanden; er bezeichnet sie deswegen als „*Stipula adnata*“. ČELAKOVSKÝ<sup>5)</sup> hingegen hat die Ansicht geäußert, daß die Nebenblätter der Dikotylen phylogenetisch jünger seien als die Scheiden der Monokotylen. H. WYDLER<sup>6)</sup> hält überhaupt die Nebenblätter für einen der Ligula entsprechenden Scheidenteil und bezeichnet die *Stipulae petiolares* und *intrapetiolares* als eine Ligularbildung und sagt weiterhin, daß

<sup>1)</sup> Gaudichaud, Recherch. gén. sur l'organogr., la physiol. et l'organogénie des végétaux, Paris 1841.

<sup>2)</sup> C. H. Schultz, Die Anaphytose oder Verjüngung der Pflanzen, Berlin 1843.

<sup>3)</sup> Velenovský, Vergl. Morphol. der Pflanzen II. Teil, S. 550—563 (1907).

<sup>4)</sup> H. Glöck, Die Stipulargebilde der Monocotyledonen (1901).

<sup>5)</sup> Čelakovský, Botan. Zeitung 1897, S. 161.

<sup>6)</sup> H. Wydler, Zur Charakteristik der Blattformationen außerhalb der Blüte, Botan. Zeit. II. (1844), S. 630—631.

er überhaupt keinen Unterschied zwischen der Ligula eines Grasblattes, oder der anfangs geschlossenen, immensen Ligula von Rheum, der der übrigen Polygoneen, von Potamogeton, der Umbelliferen und der gespaltenen vieler Leguminosen, Rosaceen und Ranunculaceen aufzufinden weiß.

G. COLOMB<sup>7)</sup> sagt (im Gegensatz zu H. GLOCK), daß sich die Blattscheide in eine Ligula verlängern könne, an der er drei Teile (*régions latérales, stipulaires* und *axillaires*) unterscheidet. Er sagt weiter, daß sich die Blattscheide bis auf Null reduzieren könne, wobei aber die Ligula erhalten bleiben kann und es entsteht dann entweder eine *Axillarligula*, wenn ihre 3 Teile vorhanden sind, oder eine *Axillarstipula*, wenn sich die „*régions latérales*“ reduzieren oder schließlich eine echte *Stipula*, „si enfin la région axillaire se divise suivant sa longueur en deux moitiés l'une droite, l'autre gauche, les régions stipulaires existent seules à la base du pétiole.“

Interessant sind auch die Erörterungen von J. G. AGARDH über die Nebenblätter.<sup>8)</sup> Dieser Autor betont, daß die Appendikularorgane nicht, wie man gewöhnlich annimmt, einerlei, sondern zweierlei verschiedener Art sind, nämlich *Stipula* und Blatt; die *Stipulae* können demnach (als den Blättern vorangehende Organe) nicht als deren Appendikularteil betrachtet werden. AGARDH deutet somit, wenn er es auch nicht direkt ausspricht, auf die Existenz von zwei Blattgliedern hin. Er sagt, daß die *Stipulae* nicht irgend einen Teil des Blattes darstellen, da sie sich vor demselben ausbilden; ihr Wachstum hört auf mit dem Auftreten des Blattes, man muß sie folglich als ein selbständiges, dem Blatte vorangehendes Organ betrachten. Die Nebenblattbildung, als dem Blatte vorausgehend und es vorbereitend, ist in dem unteren Teile jedes Triebes (oder dem äußeren der Knospe) überwiegend, die Blattbildung dagegen in den oberen Teilen.

A. TRÉCUL<sup>9)</sup> weist darauf hin, daß es keinen durchgreifenden Unterschied zwischen Nebenblättern und Blattscheide gibt. Die Analogie zwischen der Scheide und den angewachsenen Nebenblättern ist so vollkommen, daß man diese beiden Formationen im Prinzip nicht unterscheiden kann.

Für die phylogenetische Auffassung der Stipularbildungen ist aber neben den oben zitierten Arbeiten von ganz besonderer Bedeutung die Studie von A. A. TYLER,<sup>10)</sup> der auch eine nahezu vollständige Übersicht der wich-

<sup>7)</sup> G. Colomb, Recherches sur les Stipules, p. 75 (conclusions) (1887).

<sup>8)</sup> J. G. Agardh, Ueber die Nebenblätter (*Stipulae*) der Pflanzen. Diese Abhandlung wird von Fries und Wahlberg in Flora XXXIII. (1850) S. 758 ff. besprochen. Ob und wo sie erschienen ist, ist mir unbekannt. Pritzel kennt sie ebenfalls nicht.

<sup>9)</sup> A. Trécul, Sur la formation des feuilles, Ann. Sc. Nat. III, 20 p. 288 ff. (1853).

<sup>10)</sup> A. A. Tyler, The Nature and Origin of Stipules, Annal. of the New York Academy of Scienc., vol. X. p. 1—49 (1897) (Contrib. from the Dep. of Bot. of Columbia Univ. No. 119.).

tigsten, sich mit den Stipularbildungen befassenden Literatur mit kurzer Besprechung der einzelnen Arbeiten bis zum J. 1897 angeschlossen ist.

TYLER spricht jedoch (S. 23—24) den Kryptogamen und Gymnospermen typische Stipularbildung ab und sagt: „We may then consider the „stipule“ of the Ophioglossaceae, Marattiaceae and Osmundaceae and the „ligule“ of Selaginella and Isoëtes as special developments and as properly placed in a separate category from the appendages bearing these names among the Angiospermae. The Gymnospermae present nothing to represent either stipule or ligule . . .“

Die Hauptresultate seiner Untersuchungen sind folgende:

1. The sheathing petiole <sup>11)</sup> has its origin independently of the true petiole and is formed by a concomitant development of the lateral and central-basal portions of the primitive leaf.

2. The ligule is a special development of the apical parts of the lateral portions of the primitive leaf along the ridge between the sheathing petiole and the distal parts of the leaf. The sheathing petiole may disappear by degeneration, rendering the ligule axillary as in many species of Potamogeton.

3. The ochrea is related to the ligule and is generally associated with the sheathing petiole.

4. The lateral portions of the primitive leaf, when separated in greater or less degree, constitute stipules in the usual acceptation of the term. They are variously modified by subsequent evolutionary changes, by increased development, by basal or total degeneration, by secondary adnations and various textural modifications.

5. The lateral portions of the primitive leaf therefore represent in potential the ligule, the ochrea, the margins of sheathing petioles and stipules, but they are often incorporated with the other portions as the wings of petioles and as lateral basal portions of leaf-blades.

FR. CZWETTLER <sup>12)</sup> ist der Ansicht, daß sich der Blattgrund in einzelnen Fällen in die Länge zieht und somit eine Scheide hervorbringt; falls sich der Blattgrund überhaupt nicht differenziert, entsteht ein einfaches, nebenblatt- und scheidenloses Blatt. Falls sich aber der Blattgrund nicht nur nach der Länge, sondern auch seitlich entwickelt, entsteht ein Blatt mit Scheide, Nebenblättern und Spreite. CZWETTLER bezeichnet also die Scheidenlappen einfach als Stipeln, und hat insofern recht, als in der Tat diese beiden Gebilde homolog sind, sich aber sehr ungleich verhalten. Wo freie (scheidenlose) Nebenblätter auftreten, ist die Existenz derselben für alle Blätter absolut konstant, während die Scheidenlappen oft auf einem und demselben Individuum bald entwickelt sind, bald wiederum fehlen.

<sup>11)</sup> Dieser Termin wäre durch die einfache Bezeichnung „the sheath“ zu ersetzen.

<sup>12)</sup> FR. CZWETTLER, O palistech (böhm.), Prostějov 1910, S. 4.

Nach unserer Ansicht muß als phylogenetisch älteste Form *ein einfaches*, am Grunde jedoch breit aufsitzendes, *die ganze Stengelperipherie umfassendes, das Anaphyt abschliessendes Blatt* betrachtet werden, wie ich an anderer Stelle eingehend dargelegt habe.<sup>13)</sup>

Die Scheide ist also bereits bei dem phylogenetisch ältesten Blattypus vorhanden, allerdings nur als eine scheidige Blattbasis, so daß natürlich solche Blätter noch nicht als typisch zweigliederige zu bezeichnen sind.

Der weitere Entwicklungsgang war allerdings ein recht mannigfaltiger und wir sind berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß derselbe *in mehreren parallelen*, in einigen Seitenlinien stark konvergierenden *Reihen* stattgefunden hat.

Im allgemeinen sehen wir jedoch, daß *eine ausgesprochene Tendenz zur Bildung zweigliederiger Blätter* sich bemerkbar macht, welche auch der Arbeitsteilung entspricht. Es entstehen typisch zweigliederige Blätter, welche aus zwei scharf abgegrenzten Gliedern, der Scheide und der Spreite, bestehen. *Der Blattstiel ist ein sekundäres Gebilde* und entsteht entweder aus der Spreite oder häufig auch aus der Scheide. Demzufolge sind wir berechtigt, Scheiden- und Spreitenblattstiele zu unterscheiden. Schon H. WYDLER<sup>14)</sup> bemerkt, daß ein vollständiges Blatt aus Scheide, Spreite und Stiel besteht, was VELENOVSKÝ<sup>15)</sup> in seiner Theorie der einfachen und zweigliederigen Blätter noch präziser zum Ausdruck gebracht hat. Ein solches Blatt weist natürlich eine bereits abgeleitete Form auf.

Die Blattscheide kann sich in Ligularbildungen verlängern, deren ursprüngliche Form zwei seitliche *Scheidenlappen* darstellen. Durch Verschmelzung freier Scheidenlappen entsteht eine *Ligula* oder eine *Ocrea*, falls diese Verschmelzung auf beiden Seiten vor sich gegangen ist. Eine ganz besondere, im ganzen aber sehr seltene Form der Ligularbildungen ist die von mir als *Außenligula* bezeichnete Form.

Die Ligula wurde schlechthin als eine Trichombildung bezeichnet, so z. B. von HOFMEISTER<sup>16)</sup> und PAX,<sup>17)</sup> und von VAN TIEGHEM<sup>18)</sup> sogar als ein Teil der Blattspreite („une ramification du limbe à sa base, perpendiculairement à son plan“) angesprochen.

Wenn sich die *eigentlichen Blattscheiden stark reduzieren*, so entstehen die sogen. „angewachsenen Nebenblätter“. Wenn der Scheidenteil überhaupt abortiert, und nur die *Scheidenlappen erhalten bleiben*, präsentieren sich diese als *typische, paarige Stipeln oder Nebenblätter, welche frei zu beiden Seiten*

<sup>13)</sup> In meinen morphologischen und phylogenetischen Studien über die Stipularbildungen, welche hauptsächlich auf Grund des tropischen Materiales entstanden sind und demnächst in „Annal. Jard. Bot. Buitenz.“ erscheinen werden.

<sup>14)</sup> Wydler, Botan. Zeit. II. (1844), S. 626.

<sup>15)</sup> Velenovský, Vergl. Morphol. II., S. 454 ff.

<sup>16)</sup> Hofmeister, Handb. der physiolog. Botan. I. 2., S. 525 (1868).

<sup>17)</sup> Pax, Morpholog., S. 92.

<sup>18)</sup> Van Tieghem, Traité de botanique, p. 316, 813.



des Blattstieles oder der Spreitenbasis stehen. War eine Ligula vorhanden, so entsteht nach dem Abort des Scheidenteiles die sogen. Axillarstipel.

In einzelnen Fällen konnten allerdings die als Nebenblätter bezeichneten Organe auf andere Weise entstehen, so z. B. aus den Pseudostipeln, aber im allgemeinen sind sie zweifellos als Scheidenlappen oder Ligulahläften zu betrachten.

Bei den Monokotylen sind durchgehends Blattscheiden vorhanden, welche häufig Scheidenlappen, Ligulen oder auch Ocreen tragen. In nur seltenen Fällen (so besonders bei mehreren Wasserpflanzen) reduziert sich der eigentliche Scheidenteil und die Scheidenlappen, bzw. Ligulen oder Ocreen sind sehr mächtig entwickelt. In einem einzigen Falle, bei den Winterknospen von *Hydrocharis morsus ranae* abortiert die Scheide vollkommen und ihre Lappen präsentieren sich als freie Nebenblätter. Öfters jedoch entsteht eine Axillarligula (bezw. Ocrea), so z. B. bei *Potamogeton*, *Zannichellia*, *Pistia* etc. In allen diesen Fällen ist aber noch klar zu ersehen, daß die achselständigen Ligularbildungen („stipula axillaris“) durch den Abort des eigentlichen Scheidenteiles entstanden sind. In seltenen Ausnahmen, so z. B. bei *Dioscoreaceae*, *Rhipogonum* (Smilacaceae), *Stemonaceae*, einigen Liliaceen, sind überhaupt keine Stipularbildungen (weder Scheiden noch Stipeln) vorhanden, es läßt sich jedoch leicht nachweisen (in der Regel durch die Ausbildung der Primärblätter), daß Blattscheiden ausgebildet waren, daß sie aber während der phylogenetischen Entwicklung verloren gegangen sind.

Allerdings kommen bei den Monokotylen außer scharf zweigliederigen Blättern auch solche vor, bei denen die scheidige Basis allmählich in die Spreite übergeht. Ich halte diesen primitiveren Blatttypus für eine phylogenetisch ältere Form, aus der sich die typisch zweigliederigen Blätter ableiten lassen. Es ist aber nicht zutreffend, sich wie CLOS<sup>19)</sup> den Vorgang derart vorzustellen, daß bei den meisten Monokotylen die drei Blattteile (die Scheide, der Stiel und die Spreite) in ein einziges Gebilde vereint sind, da dies voraussetzt, wie ALPH. DE CANDOLLE<sup>20)</sup> richtig bemerkt, daß diese Teile ursprünglich getrennt waren. Es ist viel richtiger, wie es auch DE CANDOLLE tut, in solchen Fällen von einem Nichtvorhandensein der Gliederung des Blattes zu sprechen.

Bei den Dikotylen kommen im allgemeinen Blattscheiden seltener vor, obwohl sie auch in dieser Gruppe sehr typisch ausgebildet sind, so besonders in den Familien der *Polygonaceae*, *Piperaceae*, *Araliaceae*, *Umbelliferae*, *Dilleniaceae*, *Ranunculaceae*, *Magnoliaceae*, *Berberidaceae*, *Meliasthaceae*, *Saxifragaceae*, *Rosaceae*, *Papilionaceae*.

Bei den **Umbelliferen** und **Araliaceen** wird das Vorhandensein von Blattscheiden zur Regel und daher als Familienmerkmal betrachtet.

<sup>19)</sup> CLOS, Des éléments morphologiques de la feuille chez les Monocotyles, Toulouse 1875.

<sup>20)</sup> Alph. De Candolle, Monogr. Phanerog. I. 13 (1878).

Allerdings sprechen einige Autoren unrichtigerweise von Nebenblättern bei den Araliaceen, es handelt sich hier jedoch immer nur um Scheidenlappen, welche öfters zu großen Ligulen zusammenwachsen. Bei einigen krautigen Araliaceen verschwinden diese Scheidenlappen in den oberen Stengelpartien.

Bei den eigentlichen Umbelliferen sind, wie ich bereits an anderer Stelle eingehend darlegte,<sup>21)</sup> nur bei einigen Hydrocotyloideen freie Nebenblätter vorhanden, welche aus Scheiden abzuleiten sind. In anderen Fällen, so besonders unter den *Hydrocotyleoidae* (*Didiscus*, *Homalosciadium*, *Trachymene*, *Pentapeltis*, *Actinotus*), aber auch bei einigen *Apioideae* (*Pleuro-spermum austriacum*, einige *Ferulago*-, *Ferula*-, *Bupleurum*-, *Prangos*-, *Libanotis*-Arten) sind die Scheiden überhaupt abortiert. Bei einer west-australischen *Didiscus*-Art habe ich sie als eine atavistische Abnormität beobachtet. Sonst sind die Scheiden der Umbelliferen recht mannigfaltig ausgebildet, meist offen, selten geschlossen (*Xanthosia ciliata*, *Mulinum*, *Oreosciadium*), oft mit Scheidenlappen versehen, die z. B. bei *Hacquetia* sehr groß werden und bei einigen Typen, wie bei *Ottoa*, *Thapsia*, *Foeniculum*, in eine deutliche Ligula zusammenfließen.

Bei den **Ranunculaceen** ist die Scheide zwar nicht regelmäßig, aber dennoch häufig entwickelt, und in solchen Fällen, wo die Blätter scheidenlos sind, ist es möglich zu beweisen, daß die Blattscheiden abortiert sind. Man trifft sie in der Regel bei den Primärblättern, mitunter auch bei den Hochblättern an. Sehr zutreffend charakterisiert die Blätter der *Ranunculaceen* PRANTL, indem er sagt:<sup>22)</sup> „Der Grund des Blattes wird gewöhnlich von einer deutlichen Scheide gebildet, welche bei *Isopyrum* und *Thalictrum* sich in 2 seitliche Lappchen, Nebenblätter, verlängert; bei *Caltha*, in minderem Maße bei *Trollius* setzt sich die Scheide auf der Oberseite des Blattstiels in ein Häutchen fort, welches in der Knospe die folgenden Blätter umschließt. Minimal ist die Scheidenbildung bei *Clematis* und einigen *Thalictrum*, z. B. *Th. anemonoides*.“

Die Scheiden der Ranunculaceen sind in der Regel offen, nur ausnahmsweise findet man auch geschlossene Blattscheiden, so z. B. bei *Trollius europaeus* L. (Taf. I. Fig. 11), bei welchem die unteren Stengelblätter sehr lang gestielt sind und eine im unteren Teile geschlossene Blattscheide besitzen. Die Scheide besitzt dem Blattstiele gegenüber einen dünnhäutigen, weißlichen Streifen, welcher auf die sogen. Scheidenhaut der Cyperaceen und einiger Gramineen erinnert. Das hierauf folgende Blatt ist meist vollkommen stiellos, es sitzt dem Stengel mit einer kurzen, offenen, nicht ganz umfassenden Blattscheide auf. Mitunter findet man aber Übergänge zwischen den langgestielten und den sitzenden Blättern und man kann gut beobachten, wie der Blattstiel, der an den unteren Blättern

<sup>21)</sup> K. Domin, Morphol. und phylogenet. Studien über die Familie der Umbelliferen, II Teile, Bull. Intern. Acad. Scienc. Boh. 1908, 1909.

<sup>22)</sup> Prantl, Ranunculaceae, Engler-Prantl Famil. III. 2., S. 45 (1891).

ungefähr rundlich, oben etwas abgeflacht ist, durch den oberen verschmälerten Scheidenteil gebildet wird.

Bei *Ranunculus* selbst sind meist vollkommen umfassende, offene Blattscheiden entwickelt, welche in der Regel keine Scheidenlappen bilden. Die Scheiden reduzieren sich oder verschwinden mitunter vollkommen bei den oberen Stengelblättern. Taf. I. Fig. 1 stellt ein Grundblatt von *Ranunculus repens* L. mit einer dünnhäutigen, nur in der Mitte grünlichen Scheide vor. Die Scheide nimmt hier (ebenso wie der eigentliche Blattstiel) ungefähr ein Drittel der Gesamtlänge des Blattes ein. An den unter Wasser wachsenden Individuen (Taf. I. Fig. 2) werden die Blattscheiden sehr zart, schmal, aber bedeutend verlängert. Bei den Arten aus der Untergattung *Batrachium* sind die Blattscheiden außerordentlich zart und besitzen oft freie Scheidenlappen, so daß sie einigermaßen den Eindruck von angewachsenen Nebenblättern erwecken. Es sind dies aber zweifellos echte Scheiden (wie bei allen Ranunculaceen), die bloß durch die Anpassung an das Wasserleben modifiziert worden sind, wie dies auch sonst (unter den *Potamogetonaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Araceae* [*Pistia*] etc.) oft der Fall ist. J. LUBBOCK<sup>23)</sup> ist geneigt, die Scheiden von *Batrachium* als angewachsene Stipeln anzusehen, indem er sagt: „The aquatic Ranunculi, of which the above (i. e. *Ranunculus aquatilis* L. var. *pseudo-fluitans* Syme) may be taken as a type, differ from the land-forms as regards the arrangement of the stipules, which are adnate to the petioles, with ovate or triangular, obtuse, free auricles or tips. They are membranous and attached all round the axis, so as to form a sheath. The terminal bud is enclosed by the stipules of the two uppermost expanded leaves.“

Bei der Gattung *Anemone* ist die Scheidenbildung oft minimal, wenn auch bei einigen Arten, so z. B. bei den langgestielten Blättern von *Anemone mexicana* H. B. K. deutliche, umfassende Blattscheiden vorhanden sind. —

Bei der Gattung *Thalictrum* verlängert sich in der Regel die Blattscheide an beiden Seiten zu großen, skariösen, oft gefransten Krägen oder Scheidenflügeln, welche PRANTL mit Unrecht als Nebenblätter bezeichnet. Diese Scheidenflügel, welche an der Basis meist mit ihren freien Rändern übereinander greifen, umhüllen in der Jugend die ganze Endknospe. Bei *Thalictrum lucidum* stoßen diese Krägen vor dem Blattstiele aneinander oder fließen öfters in deutliche, ziemlich große Ligulen zusammen. Dieser Fall ist sehr wichtig, da er die Entstehung der Ligula, bezw. Ocrea von *Caltha* aufklärt.

Recht interessant ist die bekannte *Caltha palustris* L., welche an den Grund- und unteren Stengelblättern eine ungewöhnlich zarte, geschlossene, skariöse und weiße Scheide besitzt, welche sich in eine deutliche, ziemlich

<sup>23)</sup> J. L u b b o c k, On Stipules, their Form and Functions, Linn. Journ. Bot. XXX. (1894), p. 465.

große, zylindrische Ocrea (Taf. I. Fig. 3) verlängert. Das ganze Stipulargebilde umhüllt die End- wie auch die Achselknospe und da es äußerst zart ist, wird es zeitlich gesprengt, so daß es dann den Anschein erweckt, als ob eine offene Blattscheide mit einer Ligula vorhanden wäre (Taf. I. Fig. 4—6). Auf den Stengelblättern verkürzt sich der eigentliche Scheidenteil, bis schließlich eine freie Axillarocrea entsteht, welche entweder gerade (Taf. I. Fig. 7, 8) oder öfters schief (Fig. 9, 10) abgestutzt ist und mit der merkwürdigen Axillarocrea von *Zannichellia palustris* oder mit jener der *Polygonacen* vollkommen homolog ist. Mitunter trifft man jedoch anstatt der Ocrea eine tutenförmige, aber offene Axillarligula an, welche getreu an jene von *Potamogeton* erinnert. Es ist aber in jedem Falle deutlich zu ersehen, daß die Axillarocrea bzw. Axillarligula nur als ein Scheidenteil aufzufassen ist. Auch hier verdankt diese Ocrea bzw. Ligula ihren Ursprung zwei freien Scheidenlappen, wie dies aus der Beobachtung VELENOVSKÝ'S<sup>24)</sup> hervorgeht, der Exemplare mit freien Scheidenlappen gefunden hat. Für unsere Erörterungen ist *Caltha* von besonderer Wichtigkeit, da sie einen Typus darstellt, bei welchem nach dem Abort der Scheide die Ligularbildungen selbständig auftreten.

Bei der Gattung *Paeonia* besitzen die meist langgestielten und geteilten Laubblätter keine Blattscheiden, nur an den untersten ist die Blattstielbasis etwas verbreitert. Die Blütenhülle besteht aber zunächst aus 5 oder mehreren bleibenden Kelchblättern, die oft mit den Laubblättern durch Übergänge verbunden sind. Diese in Laubblätter übergehenden Kelchblätter, die ich bei allen von mir untersuchten *Paeonia*-Arten vorgefunden habe, zeigen deutlich, daß das Blatt als ein zweigliedriges aufzufassen sei, obzwar das erste Blattglied, die Scheide, bei den Stengelblättern unterdrückt ist. Die äußeren Kelchblätter stellen oft ein aus einem breiten Scheidenteile und einer einfachen, grünen Spreite zusammengesetztes Phyllom dar, so z. B. bei *Paeonia albiflora* Pall., *peregrina* Mill. (Taf. I. Fig. 12, a, b, c) und zahlreichen anderen Arten. Bei der letzteren Art kann man gut beobachten, wie die Spreite allmählich kleiner wird, bis sie schließlich nur noch als ein kleines Rudiment, eine Spitze (Fig. 12, d) übrigbleibt, und dann vollkommen verschwindet (Fig. 1, e, f). Wir sehen also, daß die Kelchblätter aus der Scheide und nicht aus der Spreite entstanden sind. Sie gleichen somit dem ersten Blattgliede, während die Stengelblätter das zweite Blattglied, die Spreite, darstellen. Ein ähnlicher Vorgang ist auch bei *Paeonia tenuifolia* L. wahrzunehmen, bei der die äußeren Kelchblätter alle möglichen Übergänge bis zu doppelt gefiederten Blättern aufweisen (Taf. I. Fig. 13—15), während die typischen Kelchblätter (Fig. 18) breite, konkave, verkehrt-eiförmige Blättchen darstellen. Es ist auch hervorzuheben, daß der Scheidenteil in seiner Entwicklung in gleichem Maße abnimmt, in welchem die Spreite stärker ausgebildet ist.

<sup>24)</sup> Velenovský, Vergl. Morphol. 11. 437—438.

Die Ausbildung der Kelchblätter der Ranunculaceen ist deswegen von großer Wichtigkeit, da die Blüte in dieser Familie noch nicht nach außen hin scharf abgegrenzt ist, wie dies in neuester Zeit von S. TRAPL<sup>25)</sup> in übersichtlicher Weise gezeigt wurde. Auch innerhalb der Gattung *Helleborus*, so z. B. bei *H. lividus* oder bei dem durch schmale Blättchen ausgezeichneten *H. foetidus* gleichen die Kelchblätter den Blattstiele. Die langgestielten Stengelblätter sind scheidenlos, die Blattstiele sind an ihrer Basis nur ganz unbedeutend verbreitert. Allmählich verbreitern sich aber in den oberen Stengelpartien die Blattstiele zu breiten, halbumfassenden Scheiden, denen die Spreite direkt aufsitzt. Endlich bleibt die Spreite nur noch als ein lineales Blättchen zwischen den mächtig entwickelten, spitzen Scheidenlappen übrig, verschwindet dann vollkommen und die Scheidenzipfel fließen zusammen, so daß die obersten Hochblätter große, eilanzettliche, spitze Schuppen darstellen. Die Kelchblätter sind ähnlich ausgebildet, allerdings bedeutend kleiner. Übergänge zwischen den Hochblättern und den Kelchblättern scheinen sehr selten zu sein, ich habe bloß in einem einzigen Falle ein Kelchblatt mit linealer, rudimentärer Spreite gefunden.

Diese Verhältnisse lassen deutlich erkennen, daß die Kelchblätter morphologisch den Blattstielen der Stengelblätter oder den Scheiden gleichen.

Aus den angeführten Umständen ist ersichtlich, daß die Kelchblätter morphologisch den Blattstielen der Stengelblätter resp. den Scheiden entsprechen. Doch nicht bei allen Arten der Gattung *Helleborus* ist dem so. *H. Kochii* Schiff. weist eine vollkommen verschiedene Blattmetamorphose an einem und demselben Individuum auf. Bei den oberen Stengelblättern reduziert sich der Blattstiel und als Hochblätter bleiben bloß modifizierte Blattspreiten, also das zweite Blattglied. Die Kelchblätter gleichen anscheinend vollständig dem Kelche der früher angeführten Arten, doch morphologisch entsprechen sie der Blattspreite und durchaus nicht der Scheide, wie die selten auftretenden Übergangsformen beweisen, bei welchen das eine oder das andere Kelchblatt sich hochblattartig entwickelt, also vollständig im Sinne der aus der Spreite entstandenen Hochblätter. Es ist gewiß höchst bemerkenswert, daß in einer und derselben Gattung der Kelch bei einigen Arten aus der Scheide, bei anderen aus der Spreite entsteht. Es zeigt sich allerdings ein Zusammenhang mit den Hochblättern. Bei *H. foetidus* L. und anderen Arten abortiert die Spreite und die Hoch- und Kelchblätter werden durch die Scheide gebildet; bei *H. Kochii* Schiff. abortiert jedoch die Scheide, resp. der ihr entsprechende Teil und die Hoch- und Kelchblätter gleichen dann der Spreite.

Bei *Clematis*- und *Aconitum*-Arten sind bei den Stengelblättern keine Scheiden entwickelt. *Delphinium*-Arten verhalten sich in dieser Hinsicht

<sup>25)</sup> St. Trapl, Morfolog. studie květu Ranunculaceí, Rozpr. České Akad. XIX. (1910), č. 53.

ungleich; bei mehreren fehlen die Scheiden überhaupt, bei *D. fissum* W. K. sind dagegen große, etwas aufgeblasene, vollkommen umfassende, offene Blattscheiden entwickelt.

Deutliche, offene Blattscheiden sind auch bei *Aquilegia* vorhanden.

In der Familie der **Magnoliaceae** sind bei *Magnolia* Scheiden entwickelt, die in der Regel verhältnismäßig kurz sind, sich aber in eine meist mächtige, rings verwachsene Ocrea verlängern, welche sich bei der Entfaltung in zwei Hälften spaltet, die das Aussehen von angewachsenen Nebenblättern haben und später auch abfallen. Taf. I. Fig. 16 stellt ein junges Blatt von *Magnolia tripetata* L. mit noch geschlossener Ocrea vor. Fig. 17 führt eine auf der Außenseite gespaltene Stipularbildung derselben Art in späterem Stadium vor Augen.

Da der Scheidenteil ebenso wie die Ocrea dünnhäutig ist und nur eine grüne, starke Mittelrippe besitzt, die sich dann als Blattstiel fortsetzt, erweckt es auf den ersten Blick den Anschein, als wenn hier Stipeln und nicht Scheiden vorhanden wären. PRANTL<sup>26)</sup> sagt aber ganz richtig, daß die Blätter bei den *Magnoliaceae* mit einem Scheidenteil versehen sind, welcher sich in der Knospe über die Insertion erhebt.

Bei *Liriodendron tulipifera* L. ist der eigentliche Scheidenteil auf Null reduziert und es bleibt nur die Ligularbildung übrig. Die Magnolieae verhalten sich somit ähnlich wie *Caltha*.

Bei den **Berberidaceae** ist die Scheidenbildung eine verbreitete Erscheinung. Die bekannte *Mahonia aquifolium* L. besitzt eine ziemlich große, aber den Stengel meist nicht vollkommen umfassende Blattscheide.

Die aus der Achsel von Blattdornen hervorspringenden Seitenzweige von *Berberis vulgaris* L. beginnen zunächst mit mehreren Schuppen, welche die Knospe während der kalten Jahreszeit umhüllen und schützen. Es folgen sodann einige Übergangsblätter, und zwar in Gestalt von Scheiden mit kleinen Spreiten, welche *deutlich abgegliedert* sind. Die an und für sich nicht große Scheide wird an den definitiven Blättern äußerst klein, sie ist aber deutlich abgegliedert und besitzt beiderseits einen zarten, pfriemen- oder fadenförmigen Zipfel, der aber mitunter nicht zur Entwicklung gelangt. Bei einzelnen Blättern findet man auch eine deutliche Ligula in der Form eines niedrigen, häutigen Ligularsaumes. Die Blätter von *Berberis vulgaris* sind also typisch zweigliederige Blätter, wenn auch das erste Blattglied im Verhältnisse zu der Blattspreite äußerst klein ist.

PRANTL (l. c. S. 70—71) charakterisiert die Stipularbildung der *Berberidaceae* folgenderweise: „Die Scheide der Laubblätter ist nur bei den meisten Arten von *Leontice* ausgebreitet; sie setzt sich hier, sowie bei *Berberis* und den Stengelblättern von *Epimedium*, in 2 kleine Nebenblätter fort, verlängert sich an den Grundblättern von *Epimedium* und an den unteren Stengelblättern von *Podophyllum Emodi* Wall., sowie bei *Nandina*

<sup>26)</sup> Prantl, Magnoliaceae, Engler-Prantl Famil. III. 2 (1891), S. 13.

zu einer Haut auf der Oberseite des Blattgrundes; an den Grundblättern von *Podophyllum* umschließt sie bis auf eine schmale Spalte die Knospe; an den Stengelblättern von *Podophyllum*, sowie bei *Diphyllia*, *Jeffersonia* und *Achlys* erfährt sie nur ganz geringe Entwicklung.“

Es wäre dazu zu bemerken, daß die „Nebenblätter“ als modifizierte Scheidenzipfel und die „Haut“ als Ligula zu bezeichnen ist.

Innerhalb der kleinen Familie der **Melanthaceae**, welche von einigen Autoren (so z. B. BENTHAM und HOOKER, auch von BAILLON) mit den Sapindaceen vereinigt wird, kann man gut beobachten, wie aus typischen Scheiden nebenblattähnliche Gebilde entstehen. Die Gattung *Greyia* besitzt durchaus typische Blattscheiden, so hat z. B. die herrliche *Gr. Sutherlandi* H. & H. aus Kapland einfache, gestielte Blattspreiten, wobei die Blattstiele auf der Basis in eine deutliche, umfassende Blattscheide übergehen. Die Scheide besitzt keine Scheidenlappen, sie ist aber am Rande im schmalen Streifen blaß und dünnhäutig. An den kurzen Seitenzweigen werden die Scheiden meist bedeutend kleiner. Auch bei den übrigen *Greyia*-Arten sind umfassende Blattscheiden entwickelt, die nach GÜRCKE<sup>27)</sup> fast öhrchenförmig ausgebildete Ränder haben.

Bei der Gattung *Bersama* sind Blattscheiden mit kleinen Ligulen (nach GÜRCKE intrapetiolen Nebenblättern) entwickelt. Bei der Gattung *Melanthus* selbst kommen bei der Mehrzahl der Arten (Sect. *Diplerisma*) freie Scheidenlappen oder (nach GÜRCKE) auch (nach dem Abort des Scheidentheiles) freie, seitliche, lanzettliche oder mehr oder weniger pfriemenförmige Nebenblätter vor, nur bei *Melanthus major* L. (welcher demzufolge als eine selbständige Sektion, *Eumelanthus*, betrachtet wird), wachsen die Scheidenlappen zu einer großen, lanzettlichen Ligula zusammen, welche den eigentlichen Scheidenteil an Länge übertrifft und zwei starke Nerven besitzt, die auf ihren Ursprung aus zwei getrennten Blättchen hindeuten. Die meisten Autoren (GÜRCKE, ENGLER, GLÜCK, VELENOVSKÝ etc.) halten die ganze Stipularbildung von *Melanthus major*, die bis 10 cm Länge erreichen kann, für intrapetiolare Nebenblätter, wir ersehen aber aus dem Vergleiche mit den übrigen Melanthaceen, daß bei dieser Art der Scheidenteil nicht so mächtig, die Ligula aber außerordentlich stark entwickelt ist.

Bei den **Saxifragaceen** sind bald keine Stipularbildungen vorhanden, bald wiederum deutliche Scheiden entwickelt, welche oft große Scheidenlappen, mitunter auch Ligulen bilden. ENGLER<sup>28)</sup> bezeichnet die Scheidenlappen als „nebenblattartige Auswüchse der Blattscheide.“

Ziemlich große Scheiden sind z. B. bei den *Bergenia*-Arten entwickelt, wo dieselben vollkommen umfassend, aber offen sind und meist große Scheidenlappen bilden. Bei einigen Arten sind diese Scheidenlappen in der Regel frei und verschmelzen nur ausnahmsweise zu einer Ligula,

<sup>27)</sup> G ü r c k e, Melanthaceae, Engler-Prantl Famil. III. 5, S. 375.

<sup>28)</sup> E n g l e r, Saxifragaceae, Engler-Prantl, Famil. III. 2a, (1891), S. 41.

während bei anderen Arten normal große Ligulen anzutreffen sind. Nicht selten findet man auf einem und demselben Individuum alle Zwischenstufen zwischen seitlichen, freien Scheidenlappen und großen Ligulen. Die *Bergenia*-Arten zeigen uns somit die Entstehung der Ligula in höchst instruktiver und überzeugender Weise.

Auf den Blütschäften von *Bergenia* findet man oft skariöse Schuppen (Taf. III. Fig. 10, 11), welche den Blattscheiden gleichen. Ihre kappenförmige Spitze entspricht der Ligula, was daraus zu ersehen ist, daß hinter derselben, aus dem Rücken der Schuppe, oft eine kleine, rudimentäre, grüne Spreite entspringt.

Auch *Ribes*-Arten besitzen zum Teil an der Basis der Blattstiele kleine Blattscheiden, auf die wir noch später zurückkommen werden.

Bei *Tiarella cordifolia* (und auch noch einigen anderen Saxifragaceen) besitzen die Grundblätter kleine Blattscheiden mit skariösen, spitzen, freien Zipfeln (Scheidenlappen), während die Stipularbildung bei den Stengelblättern den Eindruck skariöser, kurz angewachsener, gewimperter Nebenblätter hervorruft.

In der großen Familie der **Rosaceen** sind Scheiden häufig vorhanden, der eigentliche Scheidenteil ist jedoch in der Regel sehr kurz, die Scheidenlappen aber lang und groß, so daß sie sich meist als „angewachsene Nebenblätter“ präsentieren. In mehreren Fällen reduziert sich der Scheidenteil auf Null und die Scheidenlappen sind dann als freie Stipeln vorhanden. Die die Winterknospen umhüllenden Schuppen gleichen den Scheiden, die Spreite fehlt vollkommen, oder sie ist als ein Rudiment (eine Spitze oder ein Zahn) vorhanden. Die Grundblätter, und mitunter auch die untersten Stengelblätter, besitzen häufig eine deutliche Blattscheide, wenn auch auf den Stengelblättern freie oder ganz kurz angewachsene Nebenblätter (Scheidenlappen) erscheinen. Nicht selten ist ein Dimorphismus oder auch Trimorphismus der Stipularbildung wahrzunehmen.

Typische Blattscheiden ohne Scheidenlappen kommen ziemlich selten vor, sie sind z. B. bei *Hagenia abyssinica* Willd. (Taf. II. Fig. 1) sehr schön entwickelt. Die Blätter dieser Pflanze besitzen große, unpaarig-gefiederte Spreiten, wobei sich zwischen den großen, seitlichen Fiederblättchen andere, vielfach kleinere, mitunter auch verkümmerte vorfinden. Die große, auf der Außenseite dichtzottige Blattscheide reicht in der Regel bis zu der Spreite, so daß dann ein typisch zweigliedriges Blatt vorliegt. Seltener schiebt sich zwischen Scheide und Spreite ein kurzer Blattstiel ein.

Auch die Grundblätter von *Geum urbanum* L. besitzen deutliche Scheiden, während die Stengelblätter nur kurz angewachsene, blättchenartige Nebenblätter aufweisen.

*Waldsteinia trifoliata* hat langgestielte Grundblätter, die langen, rinnigen Blattstiele gehen an der Basis in eine vollkommen umfassende, am Rande abstehend wimperige, kleine Blattscheide ohne Scheidenlappen über. Dasselbe trifft man auch bei *Waldsteinia geoides* an, bei der die



*langgestielten Grundblätter kleine, aber vollkommen scheidenlappenlose Blattscheiden besitzen, während die blühenden Stengel nur ganz kurz angewachsene Nebenblätter tragen.*

Diese Fälle sind von besonderer Wichtigkeit, da man daraus ersehen kann, daß die sogenannten angewachsenen Nebenblätter nur Scheidenlappen darstellen, die sich erst sekundär bilden. Bei *Waldsteinia* wird wohl niemand behaupten wollen, daß die Blattscheiden der Grundblätter aus angewachsenen Nebenblättern entstanden sind; man sieht ja bei einer Reihe von Rosaceen, wie sich der Scheidenteil allmählich verkürzt und die Lappen an Größe zunehmen, bis schließlich die Scheide als die Basis des Blattstieles, an welche die Scheidenlappen („Nebenblätter“) angewachsen sind, übrig bleibt.

Auch *Rosa simplicifolia* Salisb. besitzt nach Lubbock <sup>29)</sup> scheidenartig verbreiterte Blattstiele, aber keine Scheidenlappen, wie sie in der Regel bei der Gattung *Rosa* anzutreffen sind.

Aber nicht immer geht die Entwicklung der Blattscheide in der oben angedeuteten Weise vor sich. Bei *Aruncus silvester* Kostel. besitzen die untersten Stengelblätter deutlich scheidig verbreiterte Blattstiele, die Scheiden reduzieren sich aber bei den nachfolgenden Blättern, ohne daß Scheidenlappen entstehen würden. Die mittleren und oberen Stengelblätter sitzen einfach mit ihren scheidenlosen Blattstielen auf.

Bei der großen Gattung *Potentilla* praesentieren sich die Nebenblätter deutlich als Scheidenlappen, indem sie nie (wenigstens nicht bei den Grundblättern) vollkommen frei werden. Th. Wolf <sup>30)</sup> charakterisiert in seiner vortrefflichen Monographie die Stipularbildung von *Potentilla* folgenderweise: „Alle Potentillen besitzen am Grunde ihrer Blattstiele zwei einfache Nebenblättchen, welche meistens mit ihrem unteren Teil, wenigstens bei den Grundblättern, dem Blattstiel jederseits mehr oder weniger lang angewachsen sind, oben aber in freie Öhrchen auslaufen. Manchmal sind, die äußeren Ränder auch unter sich verwachsen, so daß sie eine längere oder kürzere stengelumfassende Scheide bilden.“

Geschlossene Blattscheiden besitzt z. B. *Potentilla fruticosa* L., bei der sich die Scheide in eine Ocrea verlängert, worauf bereits Tyler <sup>31)</sup> und Lubbock <sup>32)</sup> aufmerksam gemacht haben. Der letztere Autor sagt: „The stipules are adnate to the edges of the pedestal, then quite free from the petiole, but connate along both edges, but to a far greater extent at the edges next the petiole, with two triangular free tips. They thus form an ocrea, much resembling that of Polygonum.“

Die Mehrzahl der *Potentilla*-Arten besitzt jedoch offene Scheiden.

<sup>29)</sup> Lubbock, l. c., p. 494.

<sup>30)</sup> Th. Wolf, Monographie der Gattung *Potentilla*, Bibl. Bot. Bd. XVI. (1908), S. 20.

<sup>31)</sup> Tyler, The Nature and Origin of Stipules, p. 44 (1897).

<sup>32)</sup> Lubbock, l. c. p. 222.

Auf den blühenden Zweigen von *P. verna* L. (und anderen Arten) findet man Hochblätter, die entweder eine rudimentäre Spreite tragen, welche sich zwischen den großen Scheidenlappen befindet, oder bloß aus einer einfachen, schief abgestutzten, spitzen, zweikieligen, am Rande wimperigen Blattscheide (Taf. II. Fig. 7. 8) bestehen. Diese Blattscheide ist asymmetrisch zweikielig, da der zweite Kiel seitwärts fällt, während der Hauptkiel in die vorgezogene Spitze ausläuft. Die Scheidenränder greifen kurz übereinander. Ist eine rudimentäre Spreite entwickelt, so sitzt sie entweder als ein einfaches, gezähntes Blättchen zwischen den Scheidenlappen (Taf. II. Fig. 9), oder sie ist in der Form eines kurz gestielten, oder auch sitzenden, dreizähligen Blattes entwickelt.

Für die morphologische Deutung der *Potentilla*-Nebenblätter ist aber von hervorragender Wichtigkeit die bekannte *P. palustris* (= *Comarum palustre*) und einige verwandte Arten, bei denen sich *der Blattstiel allmählich in eine Scheide verbreitert, ohne überhaupt seitliche Öhrchen zu bilden*. Dieser Fall ist auch deshalb beachtenswert, da die genannte *Potentilla*-Art einen sehr alten Typus darstellt.

Bei der nahe verwandten Gattung *Fragaria* sind offene, umfassende Scheiden entwickelt, welche spitze, scharf gekielte Scheidenlappen (Taf. II. Fig. 2—4) besitzen. Die Niederblätter von der Ananaserdbeere (*Fragaria virginiana* × *chiloënsis*) besitzen zwischen den spitzen Scheidenlappen ein einfaches Rudiment der Spreite (Taf. II. Fig. 5), oder ein kleines, dreizähliges Blättchen, wobei aber die Scheidenlappen bereits die eigentliche Scheide an Größe übertreffen (Taf. II. Fig. 6).

*Sibaldia cuneata* hat hoch angewachsene, vollkommen umfassende Nebenblätter, also deutliche Scheiden mit freien Lappen.

Bei der Gattung *Prunus* treten bei den definitiven Laubblättern oft freie Nebenblätter auf, die mitunter halbachtelständig sind. Aber auch diese Nebenblätter sind als Scheidenlappen aufzufassen, wie man sich an den Winterknospen überzeugen kann. Dieselben beginnen mit meist einfachen Schuppen, welche den Blattscheiden gleichen, und erst später bilden sich die Scheidenlappen als zwei Zähne aus, zwischen welchen als ein dritter Zahn das Rudiment der Spreite sitzt. Mit der Weiterentwicklung der Spreite reduziert sich stark der Scheidenteil, die Scheidenzipfel verlängern sich aber, bis sie nur an der Basis mit dem verschmälerten Spreitengrunde zusammenhängen und schließlich vollkommen frei werden.

Ein ganz analoger Vorgang findet auch innerhalb der Gattung *Sorbus* statt.

Höchst interessante Verhältnisse findet man bei *Alchemilla vulgaris* L., bei welcher zunächst (auf den untersten Stengelblättern) *geschlossene* Blattscheiden auftreten, denen dann Blätter mit Scheiden folgen, welche der Spreite gegenüber große Lappen (also eine Außenhügula) tragen. Die zylindrische, geschlossene Blattscheide verkürzt sich dann stark, die Lappen werden groß, blattartig, und bilden einen glockenförmigen Becher,

teilen sich aber später (bei den oberen Blättern) in zwei Hälften, werden flach, und nachdem die Scheide gänzlich abortiert ist, stehen sie in einer Ebene mit der Blattspreite und fließen dann mit ihr in den Hochblättern zusammen.

Besonders schön sind diese assimilierenden Außenligulen bei den zylindrischen, geschlossenen Blattscheiden von *Alch. speciosa* entwickelt.

Bei den **Leguminosen** sind zwar häufig freie Nebenblätter vorhanden, man kann jedoch in zahlreichen Fällen nachweisen, daß dieselben frei gewordene Scheidenlappen darstellen.

Wenn wir z. B. ein sich entwickelndes *Trifolium medium* L. (Taf. III, Fig. 1) betrachten, so sehen wir, daß der Stengel zunächst mit mehreren einfachen Schuppen beginnt, welche zum Schutze der Knospe bestimmt waren. Sie stellen einfache Scheiden vor (Fig. 2) und erst später werden sie durch eine Cäsur an der Spitze kurz zweilappig, und in der Ausbuchtung findet sich ein Rudiment der Spreite, entweder in der Form einer kurzen Spitze (Fig. 3), oder häufiger als ein sitzendes oder bereits kurzgestieltes, winziges, dreizähliges Blättchen (Fig. 4). Sodann verlängert sich der Blattstiel und auch die Spreite nimmt an Größe zu. Die Scheide verlängert sich ebenfalls beträchtlich, aber auch ihre Lappen wachsen zu längeren Zipfeln aus. Die einfachen Schuppen sind bloß halbumfassend, die Blattscheiden mit rudimentären Spreiten sind aber vollkommen umfassend, scheinbar röhrig verwachsen, in der Tat aber offen und völlig kahl, während jene, die bereits größere Spreiten tragen, behaart sind. Bei den definitiven langgestielten Blättern sind zwar die Scheiden vorhanden, sie besitzen aber große freie Zipfel, und werden demzufolge als angewachsene Nebenblätter betrachtet. Bei *Trifolium rubens* L., bei dem keine oder nur äußerst kurze Blattstiele vorhanden sind, präsentieren sich die Blattscheiden auch bei den Stengelblättern als typische Scheiden. Ihre freien Lappen sind bedeutend kleiner als der eigentliche Scheidenteil.

Bei *Baptisia australis* R. Br. beginnen die Stengel mit Niederblättern, welche typische, vollkommen umfassende Blattscheiden darstellen, die zwischen ihren verhältnismäßig kleinen, freien, spitzen Lappen eine winzige, rudimentäre, dreizählige Spreite tragen (Taf. III. Fig. 6). Bei den nachfolgenden, mit einer schon größeren, aber beinahe noch sitzenden Spreite versehenen Blättern werden die Scheidenlappen größer (Taf. III. Fig. 7), dagegen verkürzt sich aber der eigentliche Scheidenteil (Fig. 8). Bei den definitiven, gestielten Blättern ist die Scheide vollkommen abortiert und die Scheidenlappen zeigen sich als große, freie Nebenblätter (Taf. III. Fig. 9). Hier ist also die Entstehung der Nebenblätter aus Scheidenlappen bei gleichzeitigem Aborte der Scheide am besten zu sehen. Ähnlich verhalten sich zahlreiche Papilionaceen.

Bei *Thermopsis*-Arten pflegt die niedrige Scheide am Grunde kurz verwachsen zu sein, später entwickeln sich (ähnlich wie bei *Baptisia*) große, grüne, assimilierende Nebenblattflügel.

Bei mehreren *Astragalus*-Arten sind die verschiedenen Formen der charakteristischen Außenligula von besonderem Interesse.

Bei *Glycyrrhiza uralensis* Tausch und *Desmodium concinnum* Ol. (Taf. V. Fig. 5, 6) findet man in der Region der Niederblätter Übergangsformen, die sich aus einem zarten, blassen, zweizipfeligen Scheidenteil und einer direkt aufsitzenden, rudimentären Spreite zusammensetzen. In dem abgebildeten Falle (Fig. 5) besteht die Spreite aus einem größeren Endblättchen, von dem das eine Blättchen des alleinigen Paares bereits abgetrennt ist, während das andere bloß durch einen kleinen Lappen und einen starken Nerv angedeutet ist. Später reduziert sich der Scheidenteil allmählich bis auf Null und die unpaarig-gefiederten, aus 11 oder 9 Blättchen bestehenden definitiven Blätter besitzen freie und vergrößerte Scheidenlappen als Nebenblätter (Fig. 6).

Mitunter bleibt aber auch bei den definitiven Blättern der Scheidenteil erhalten, so z. B. bei *Lupinus Burkei* Wats. (Taf. III. Fig. 5.)

Die **Polygonaceen** wurden bereits wiederholt besprochen, so daß es überflüssig erscheint, auf dieselben näher einzugehen. Die daselbst vorkommenden Ocreen oder Tuten stellen eine Verlängerung der Blattscheide vor, nur geschieht es häufig, daß der Scheidenteil (besonders bei den oberen Stengelblättern) stark reduziert oder gänzlich abortiert ist, so daß dann eine Axillarocrea entsteht. Die Ocreen der Polygonaceen entstehen (wie die Tuten überhaupt) durch kongenitale Verschmelzung freier Scheidenlappen. Sie erreichen häufig große Dimensionen, mitunter sind sie aber nur schwach entwickelt, während die Scheide deutlich auftritt. Bei einigen Vertretern, so bei der Gattung *Eriogonum*, sind schließlich Blattscheiden ohne Ocreen und ohne Scheidenlappen vorhanden. Es kann kein Zweifel obwalten, daß die Ocreen als ein Teil der Blattscheide zu betrachten sind.

Die Blattscheiden der tropischen Familien *Piperaceae* und *Dilleniaceae* werde ich an anderer Stelle eingehend besprechen.

\* \* \*

Aber auch außerhalb der genannten Familien findet man bei den Dikotylen hie und da deutliche Scheidenbildungen, so z. B. bei den *Gentianaceae*, *Cistaceae*, *Vitaceae*, *Nymphaeaceae*, *Epacridaceae* etc.

In der Familie der **Cistaceae** sind bald seitliche, freie Nebenblätter vorhanden, bald fehlen sie durchgehends. J. LUBBOCK hat aber gezeigt, daß mehrere als nebenblattlos angegebene *Cistus*-Arten an Stelle der Nebenblätter deutliche umfassende Blattscheiden besitzen. Am stärksten sind diese Scheiden bei *Cistus vaginatus* Ait. entwickelt. Nach GROSSER<sup>33)</sup> gehört diese Art zu *C. symphytifolius* Lam., deren Blattstiele als „petioli basi in vaginam amplam connati“ angegeben werden. Auch *Cistus ochreatus* Chr. Smith besitzt verlängerte, verwachsene Blattscheiden.

<sup>33)</sup> Grosser, Cistaceae, Engler's Pflanzenz. IV. 193 (1903), S. 11.

Die **Gentianaceen** werden allgemein als nebenblattlos angegeben, GILG<sup>34)</sup> sagt bloß: „Nebenblätter fehlen, doch finden sich sehr häufig stark hervortretende Verbindungslinien der Blattinsertionsstellen.“

Es kommen allerdings unter den Gentianaceen Typen vor, deren Blätter weder Nebenblätter noch Scheiden besitzen, so besonders *Chlora*, *Erythraea* etc.

Bei einigen Gattungen sind aber sehr typische Blattscheiden entwickelt, so besonders in der Gruppe der *Menyantheae*, in der ich bei allen von mir untersuchten Gattungen (*Menyanthes*, *Limnanthemum*, *Villarsia*, *Nephrophyllidium*) typische Scheiden vorgefunden habe.

Bei *Menyanthes trifoliata* L. sind die Blattscheiden sehr ansehnlich, vollkommen umfassend (aber offen), zum größten Teil skariös und im unteren Teile etwas aufgeblasen. Ihre Ränder sind in der Jugend stark übereinandergerollt; sie sind von dem Blattstiele durch eine kappenförmige, freie Spitze (eine kleine Ligula) deutlich abgesetzt.

Bei *Limnanthemum nymphaeoides* L. sind zum Teil sehr lange Blattstiele entwickelt, die an der Basis vollkommen umfassende, offene Scheiden tragen. Da aber bei dieser Wasserpflanze nicht selten kurze Scheidenlappen vorhanden sind, und da die ganze Scheide bis auf einen schmalen, mittleren Streifen ungewöhnlich dünnhäutig ist, erweckt es auf den ersten Blick den Anschein, als ob hier nicht Scheiden, sondern angewachsene Nebenblätter vorhanden wären. Es ist dies eine bei den Blattscheiden der Wasserpflanzen sehr verbreitete Erscheinung (vgl. S. 7).

*Swertia perennis* L. besitzt zwar keine so deutlichen Scheiden wie die erwähnten Gattungen aus der Abteilung der *Menyantheae*, es finden sich hier jedoch bei den untersten Stengelblättern Blattstiele, welche in kleine, aber oft vollkommen umfassende Scheiden übergehen. Bei den nachfolgenden Blättern treten aber die Scheidenränder von einander und die flachen Blattstiele verbreitern sich an ihrer Basis nur unbedeutend.

Bei der robusten *Gentiana lutea* L. haben die unteren Blätter ziemlich lange, an der Basis röhrenförmig verwachsene Blattscheiden, die sich dann nach oben zu allmählich verkürzen.

Bei den **Nymphaeaceen** sind häufig Blattscheiden mit freien Scheidenlappen, oder auch Ligulen entwickelt.

Bei den **Vitaceen** kommen zwar meist freie Seitenstipulae vor, dieselben sind aber, ähnlich wie bei den Leguminosen und Rosaceen, in den Niederblättern als Scheidenlappen vorhanden und werden erst nachträglich, nach dem Aborte des Scheidenteiles, frei. Bei *Lecy* ist aber der Scheidenteil auch bei den entwickelten Blättern nicht vollkommen unterdrückt.

Einige **Epacridaceen** besitzen die ganze Stengelperipherie umfassende, einfache Blätter, welche getreu an viele Monokotylen-Blätter erinnern, da der Scheidenteil von der Spreite nicht abgesetzt ist.

<sup>34)</sup> Gilg, Gentianaceae, Engler-Prantl, Famil. IV. 2 (1895) S. 51.

Diese Beispiele genügen, um zu zeigen, daß die Scheidenbildung auch unter den Dikotylen in verschiedener Verwandtschaft auftritt. Man könnte allerdings noch mehrere andere Beispiele hinzufügen; auch die Ocrea von *Platanus*, die tutenförmigen Nebenblätter einiger *Moraceen*, die umfassenden und bleibenden Nebenblätter der *Begoniaceen* lassen noch den Zusammenhang dieser Gebilde mit den Blattscheiden mehr oder weniger erkennen.

Allerdings besitzt die Mehrzahl der Dikotylen entweder keine Nebenblätter, oder solche, die sich heutzutage nicht mehr auf die Scheidenlappen zurückführen lassen. Aus der Analogie mit den oben angeführten Familien, ferner mit den Monokotylen und Gymnospermen darf man aber mit großer Wahrscheinlichkeit darauf schließen, daß dieselben im allgemeinen aus Scheiden abzuleiten sind; in *einzelnen* Fällen dürften sie vielleicht aus den Pseudostipulen entstanden sein.

Für die Lösung dieses wichtigen Problems sind von besonderer Wichtigkeit solche Typen, bei welchen man deutlich nachweisen kann, daß die Blattstiele aus den Blattscheiden entstanden sind. Solche, scheinbar einfache Blätter sind vom Standpunkte der phylogenetischen Morphologie aus als zweigliederige Phyllome aufzufassen, der Blattstiel entspricht der Scheide, die Spreite stellt dann das zweite Blattglied dar. Besonders bei den aus den ruhenden oder überwinternden Knospen auswachsenden Zweigen findet man das erste Blattglied in seiner ursprünglichen Form, während es bei den definitiven Blättern zum Blattstiele reduziert erscheint. Solche Schuppen-, Nieder- und Übergangsblätter, welche die Scheidenatur der Blattstiele beweisen, wurden wiederholt beschrieben, ohne daß ihnen die gebührende Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Sie sind z. B. in der Familie der *Ericaceae*, *Saxifragaceae*, *Cornaceae*, *Caprifoliaceae*, *Aceraceae*, *Sapindaceae* (*Hippocastanaceae*), *Juglandaceae* etc. vorhanden.

Bei *Aesculus hippocastanum* L. wurden die interessanten Niederblätter, mit welchen die sich entfaltenden Knospen beginnen, bereits von A. P. De CANDOLLE im Jahre 1827<sup>35)</sup> genau abgebildet, in neuerer Zeit besonders von LUBBOCK und VELENOVSKÝ beschrieben. Die Winterknospen beginnen hier mit mehreren breiten Schuppen, von denen die äußeren dunkelbraun gefärbt sind. Auf diese Schuppen (Taf. II. Fig. 10, 11), welche an der Spitze abgerundet sind, und den Blattscheiden gleichen, folgen dann in der Regel einige Übergangsblätter, welche aus einer ungefähr breit-linealen, blassen Scheide und einer direkt aufsitzenden, rudimentären Spreite zusammengesetzt sind. Die Blattscheide bildet zwei seitliche, freie, abgerundete Öhrchen (Scheidenlappen), die sitzende Spreite besteht entweder aus 5 schmal-linealen, kurzen Zipfeln (Taf. II. Fig. 12) oder auch aus 5 kleinen, aber normal ausgebildeten und assimilierenden Blättchen (Taf. II. Fig. 13). Ein solches Blatt ist also ein typisch zwei-

<sup>35)</sup> Aug. P. Yr. De Candolle, *Organographie végétale*, tab. 20 (1827).

gliedriges Phylloem und erinnert an die Primärblätter oder die Niederblätter der Brachyblaste von *Ginkgo biloba* Salisb., welche ebenfalls anstatt des Blattstieles eine in zwei seitliche Lappen ausgehende Scheide tragen, wie bereits LUBBOCK, VELENOVSKÝ und SPRECHER beobachtet haben. Bei *Aesculus* verschwinden Scheidenlappen und Scheide entweder plötzlich, und es erscheint ein langer, rundlicher Blattstiel, in dem niemand auf den ersten Blick die modifizierte Blattscheide vermuten würde. Man findet aber auch verschiedene Übergangsformen, so z. B. Spreiten mit einem breit-rinnigen Blattstiele mit kleinen seitlichen Öhrchen.

Eine ähnliche Metamorphose findet auch bei *Ribes rubrum* L. statt, wie es bereits VELENOVSKÝ (l. c. p. 513—514) eingehend geschildert und abgebildet hat. VELENOVSKÝ hält die verlängerte Scheide für einen Blattstiel mit angewachsenen Nebenblättern, wir müssen sie aber mit Rücksicht auf das oben Gesagte für eine typische Blattscheide erklären, welche sich dann bei den definitiven Blättern auf den dünnen, nur an der Basis unbedeutend scheidig erweiterten Blattstiel reduziert.

Bei *Cornus Mas* L. gleichen ebenfalls die ersten Knospenschuppen einfachen Blattscheiden, die dann eine kleine Spreite tragen (Taf. II. Fig. 14—16). Erst später reduzieren sich diese Scheiden auf kurze Blattstiele, wie man sie bei den wohlentwickelten Laubblättern antrifft (Taf. II. Fig. 17).

Ähnliche Scheidenblattstiele kommen nach VELENOVSKÝ den Gattungen *Rhododendron* und *Ledum* zu, bei denen aber oft bereits die ersten Knospenschuppen eine der Spreite entsprechende Spitze tragen.

Bei der Gattung *Acer* trifft man ähnliche Blattbildungen wie bei *Aesculus* an. Auf der Taf. V. Fig. 1 ist eine sich entfaltende Winterknospe von *Acer Pseudoplatanus* L. abgebildet, welche mit mehreren Paaren an Länge allmählich zunehmenden Schuppen (Taf. V. Fig. 2, 3) beginnt. Besonders interessant sind aber wiederum die Übergangsblätter (Fig. 4), welche aus einer skariösen, an der Basis umfassenden, mehr oder weniger (aber niemals in dem Maße wie bei *Aesculus*!) seitliche Öhrchen bildenden Blattscheide, und einer kleinen, grünen, gelappten Spreite zusammengesetzt sind. Es ist beachtenswert, daß oft auf diese typisch zweigliederigen Niederblätter *unvermittelt* normale Laubblätter mit langen, rundlichen Blattstielen folgen.

Höchst interessant ist die Entwicklung der Blätter aus den Winterknospen von *Fraxinus excelsior* L. (Taf. IV.). Wir sehen zunächst einfache, gekielte Schuppen, welche entweder ganzrandig oder öfters kurz zweilappig sind und zwischen diesen kleinen Scheidenlappen häufig eine kurze Spitze, das Rudiment der Spreite, tragen (Fig. 1, 2). Mitunter sind sie auch asymmetrisch zweilappig (Fig. 3). Die rudimentäre Spreite ist allerdings sehr mannigfaltig ausgebildet und von der blassen Scheide bereits durch die grüne Farbe verschieden. Die kleine rudimentäre Spreite besteht entweder aus einem einzigen Fiederpaare (Fig. 4), oder es ist bereits ein

zweites vorhanden (Fig. 7). Die Scheidenzipfel sind ziemlich groß und spitz und man findet häufig, daß sich ihnen auf der Innenseite (in der Ausbuchtung) je eine Hälfte des ersten Blättchenpaares direkt anschließt (Fig. 5, 6). Die Spreitennatur des betreffenden Teiles ist aus der Nervatur, der Konsistenz, der grünen Farbe und der Bezahnung ersichtlich. Nun geschieht es nicht selten, daß sich auch die andere Hälfte der Blättchen entwickelt, wobei natürlicherweise die spitzen Scheidenlappen durch den Mittelnerv des Blättchens, dem sie angewachsen sind, abgegrenzt sind. Die Scheidenlappen laufen somit auf den Rücken der ersten zusammengelegten Blättchen, wie dies Fig. 8 und 12 veranschaulichen, aus. Mitunter ist ein solches Blättchen nur auf dem einen Zipfel entwickelt (Fig. 7).

Sehr selten treten verlängerte Blattscheiden ohne Scheidenlappen und mit einfacher Spreite auf (Fig. 9). Solche Blätter beweisen, daß die Scheidenlappen eine bereits sekundäre Erscheinung sind, da sie häufig vorhanden, mitunter aber fehlend sind. Häufiger sind solche Formen, wie sie Fig. 10 und 11 vorstellen. Besonders beachtenswert sind aber jene Blatttypen, die durch breit lineale, in lange Seitenzipfel ausgezogene Blattscheiden charakterisiert sind, wobei die Spreite eine direkte Fortsetzung der Scheide bildet und durch Farbe, Nervatur und die Randbezahnung leicht zu unterscheiden ist (Fig. 14, 16; Fig. 15 stellt ein junges, noch nicht entfaltetes Blatt dar), oder die Scheidenzipfel auf den Rücken der Blättchen auslaufen (Fig. 12, 13). Diese beiden Typen sind durch verschiedene Modifikationen verbunden.

Den letzteren Blatttypus erachte ich allerdings als abgeleitet. Der erstere stellt uns eigentlich ein zweigliedriges Blatt vor, bei dem der Scheidenteil ganz allmählich in die Spreite übergeht, während im letzteren Falle die Scheide schärfer abgegrenzt ist, also einen höher differenzierten und daher bereits abgeleiteten Typus darstellt. Ein junges Blatt des ersteren Typus (Fig. 15) weist in der Tat eine auffallende Ähnlichkeit mit einigen Monokotylen auf.

Man kann auch gut beobachten, wie die Blattspindel erst sekundär durch die verschmälerte Blättchenbasis gebildet wird (Fig. 6, 12, 13, 18).

Die bekannten, definitiven Laubblätter besitzen einen dünnen Blattstiel, welcher aus der Scheide entstanden ist.

Auch bei *Sambucus nigra* L. beginnen die Knospen mit Schuppen, welche LUBBOCK<sup>36)</sup> für homolog mit den Blattstielen erklärt, richtiger sind aber beide als Scheiden zu bezeichnen. Das erste Schuppenpaar besteht aus niedrigen, dreieckigen, kurz verwachsenen, gekielten Schuppen (Taf. V. Fig. 13), das zweite aus bedeutend verlängerten, die bereits oft schon eine rudimentäre Spreite tragen (Taf. V. Fig. 14). Scheidenlappen sind nicht entwickelt. Die definitiven Laubblätter besitzen keine Scheiden, die Blattstielinsertion der gegenständigen Blätter ist aber durch eine her-

<sup>36)</sup> LUBBOCK, l. c. p. 224.



vorrage Linie verbunden, welche nicht selten in ungleicher Anzahl kleine Nektarien oder Blättchen trägt. Dieselben werden von verschiedenen Autoren ungleich gedeutet. POULSEN<sup>37)</sup> hält sie für Trichomemengen, K. FRITSCH<sup>38)</sup> nimmt auf Grund seiner Beobachtungen an üppigen Schößlingen von *Sambucus nigra* an, daß dieselben einer größeren Anzahl von Nebenblättern entsprechen, VELENOVSKÝ<sup>39)</sup> ist geneigt, dieselben für geteilte Nebenblätter zu halten. Nach U. DAMMER<sup>40)</sup> treten bei dem schwarzen Hollunder drei morphologisch verschiedene, extraflorale Nektarien auf: 1. metamorphosierte Stipulae, 2. metamorphosierte Fiedern zweiter Ordnung; 3. metamorphosierte Blattzähne, wozu nach DAMMER vielleicht noch 4. Stammexkreszenzen hinzukommen.

Daß diese Nektarien keine Nebenblätter sein können, geht schon aus folgenden Gründen hervor:

1. Oft fehlen sie überhaupt und ihr Auftreten muß im ganzen als *unregelmäßig* bezeichnet werden.

2. In der Winterknospe sind die Blattstiele als Scheiden vorhanden, welche weder einfache, noch geteilte Scheidenlappen besitzen.

3. Wenn diese Nektarien in der Gesamtzahl von 4 (je eines zu beiden Seiten der Blattstiele) auftreten, so erwecken sie durch ihre Stellung den Eindruck von Nebenblättern; ihre Gesamtzahl bewegt sich aber zwischen 0—12, was eben beweist, daß es keine Nebenblätter sind. Oft sind auch die nebeneinanderstehenden Nektarien ungleich groß oder es steht nur 1 Nektarium streng interpetiolar.

4. Wie DAMMER bemerkt, treten außer den Nektarien, welche er für Nebenblätter hält, ganz analoge Gebilde auch an den Blättern von *Sambucus nigra* auf, und zwar erstens an der unteren Basishälfte der Fiederblätter, zweitens an der Basis des Lamimargrundes der Endfieder, drittens an der Basis des Laminargrundes der gestielten Seitenfiedern. Alle diese Nektarien sind offenbar homolog.

5. K. FRITSCH nennt „die kleinen lineal-lanzettlichen, nebenblattähnlichen Gebilde, welche nicht selten an der Basis der einzelnen Blattfiedern anzutreffen sind“, *Stipellen* oder Nebenblättchen. Diese sind meist mit den vermutlichen Stipeln vollkommen gleich ausgebildet, ihre Zahl und Stellung ist aber sehr variabel. Mitunter stehen sie zu 2 an der Basis eines jeden Blättchenpaares, so besonders an den üppig wachsenden Schößlingen. Es kommen aber z. B. folgende Variationen vor:

<sup>37)</sup> Poulsen, Om nogle Trikomer or Nektarier, Vidensk. Meddel. frå den naturhist. Foren. i Kjöbenhavn p. 265—267 (1875).

<sup>38)</sup> K. Fritsch, Ueber die Eigenthümlichkeiten außerordentlich üppig entwickelter Schößlinge des schwarzen Hollunders, Oester. Bot. Zeitschr. XXXIX. (1889). S. 214—217, und in Engler-Prantl, Famil. IV. 4 (1891), S. 157.

<sup>39)</sup> Velenovský, Vergl. Morphol. II., S. 424—425.

<sup>40)</sup> U. Dammer, Die extrafloralen Nektarien an *Sambucus nigra*, Oester. Bot. Zeitschr. XL. (1890), S. 261—264.

- a) 2 Nektarien bei dem ersten Fiederpaare.
- b) Abwechselnd 1 Nektarium bei dem ersten und zweiten Fiederpaare.
- c) Bei allen 3 Fiederpaaren je 2 Nektarien.
- d) Bei dem ersten Fiederpaare 1, bei dem zweiten 2 Nektarien u. s. w.

Diese Variationen beweisen eben, daß diese Gebilde mit den Stipularbildungen nichts gemein haben.<sup>41)</sup> Es ist eine bekannte Tatsache, daß am Blattrande Zähne entstehen können, welche sich nicht selten zu Drüsen oder Nektarien, mitunter auch zu Blattfiedern oder Segmenten entwickeln können. Und solchen Gebilden entsprechen die vermutlichen „Nebenblätter“ und „Nebenblättchen“ von *Sambucus*. Es ist dann begreiflich, daß sie entweder am Blattstielrande (also eigentlich an der Scheide), wie auch an der Spreite auftreten. Es gibt keine Nebenblätter im ganzen Pflanzenreiche, die sich so verhalten würden, wie die Nektarien von *Sambucus*.

Allerdings sind die nebenblattartigen, mehr oder weniger zu Nektarien umgewandelten Gebilde in gleichem Sinne aufzufassen. DELPINO<sup>42)</sup> hält hingegen die extrafloralen Nektarien von *Sambucus racemosa* L. für umgewandelte Nebenblätter.

Die gestielten oder sitzenden Drüsen von *Viburnum Opulus* L. sind mit den Nektarien von *Sambucus* homolog; vielleicht noch deutlicher als bei *Sambucus*, ist hier zu sehen, daß es auf keinen Fall Stipularbildungen sein können. Sehr lehrreich ist das Studium der Winterknospen, welche bereits von LUBBOCK eingehend beschrieben wurden. Dieselbe beginnen mit einem Paar kurzer, verwachsener Schuppen von ziemlich lederiger Konsistenz. Das nächste Schuppenpaar (Taf. V. Fig. 11) ist skariös, blass, unten röhrenförmig verwachsen, in der oberen Partie frei. In der Regel sind diese den Blattscheiden entsprechenden Schuppen oben abgerundet, seltener tragen sie eine winzige, rudimentäre Scheide. Sodann folgen meist typische, gestielte Laubblätter, welche scheidenlos sind. Daß die Blattstiele aus der Scheide entstanden sind, beweisen die mitunter eine kleine, grüne Scheide tragenden Übergangsblätter, welche anstatt der Schuppen entwickelt sind (Taf. V. Fig. 12). Bei den definitiven Blättern steigen von dem Blattspreitenrande Drüsen in zwei Reihen am Blattstiele herab, wobei sie gestielt werden und endlich in flache Zipfel übergehen. Oft findet man beiderseits an der Blattstielbasis je 2 gestielte Drüschchen, welche wiederholt als Stipularbildungen gedeutet wurden. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß sie mit den gestielten Drüschchen vollkommen homolog sind und diese wiederum mit den drüsigen Warzen, welche an dem Blattspreitenrande anzutreffen sind. Auf der Taf. V. Fig. 7

<sup>41)</sup> K. Fritsch (l. c., S. 214) sagt: „Was die Nebenblätter anbelangt, so sind dieselben bei *Sambucus nigra* L. bekanntlich nur *ausnahmsweise*, wenn auch nicht selten, entwickelt.“

<sup>42)</sup> Delpino, Contribuz. alla storia dello sviluppo del regno vegetale, vol. IV., p. I., p. 27 (1880).

ist ein Blatt dargestellt, welches an der Blattstielbasis zunächst 3 flache Zipfel trägt, von denen der eine bereits eine verdickte Spitze hat; es folgen dann Übergangsformen zu gestielten Drüsen (Fig. 8), sowie unter der Blattspreite zwei kurzgestielte Drüsen und am Blattspreitenrande, nicht weit davon entfernt, zwei sitzende Drüsen. Es braucht wohl nicht hervorgehoben zu werden, daß man alle diese Gebilde nicht als Nebenblätter deuten kann, und daß alle vollkommen homolog sind. Mitunter verändert sich ein oder der andere Zipfel in ein grünes, assimilierendes Blättchen, was allerdings mit dem morphologischen Begriffe dieser Gebilde im vollen Einklang steht. Fig. 9 stellt ein Blatt vor, welches am Spreitenrande 3 Drüsen besitzt und an der Blattstielbasis 4 flache Zipfel trägt. Die Hochblätter unterhalb des Blütenstandes besitzen in der Regel keine Drüsen.

\* \* \*

Ich habe versucht, die Stipularbildungen der Dikotylen in Einklang mit der Anaphytosentheorie zu bringen; es konnten allerdings nur ausgewählte Beispiele in kurzgefaßter Form angeführt werden. Gerade die allbekannten Pflanzen liefern ein dankbares Untersuchungsmaterial; ich hoffe jedoch in der Zukunft meine Studien zu erweitern und dieses interessante Thema womöglich erschöpfend zu behandeln. Es ist sonderbar, wie wenig in neuerer Zeit zur Bereicherung unserer Kenntnisse gerade in dieser Richtung beigetragen wurde.

## Erklärung der Tafeln.

### TAFEL I.

- Fig. 1. Ein Grundblatt von *Ranunculus repens* L. mit zum Teil flach ausgebreiteter, dünnhäutiger Scheide.
- Fig. 2. Die Blattscheide einer untergetauchten Form von *Ranunculus repens* L.
- Fig. 3. Die geschlossene Blattscheide und Ocrea von *Caltha palustris* L.
- Fig. 4. Ein Blatt von *Caltha* mit bereits gespaltenen Blattscheide und Ocrea.
- Fig. 5. Ein anderes, ähnliches Blatt, die Blattscheide flach ausgebreitet.
- Fig. 6. Der obere Scheidenteil von *Caltha* mit einer scheinbaren (aus einer Ocrea entstandenen) Ligula, vom Rücken gesehen.
- Fig. 7. Eine Blütenknospe von *Caltha* mit dem obersten, kurz-gestielten Stengelblatte, in dessen Achsel eine freie Axillarocea steht.
- Fig. 8. Die Axillarocea, stark vergr.
- Fig. 9. Ein oberes Stengelblatt von *Caltha* mit schief abgestutzter Axillarocea.
- Fig. 10. Die Axillarocea zu Fig. 9, stark vergr.
- Fig. 11. Die Blattscheide eines unteren, langgestielten Stengelblattes von *Trollius europaeus* L. Die Scheide ist geschlossen und zwar durch eine skariöse Scheidenhaut, die sich dann als ein schmaler Saum des Blattscheidenrandes fortsetzt.
- Fig. 12. Die Kelchblätter von *Paeonia peregrina* Mill. Die drei ersteren (*a*, *b*, *c*) sind aus einem blassen Scheidentheile und einer grünen Spreite zusammengesetzt, das vierte (*d*) besitzt bloß eine Spitze, welche das Rudiment der Spreite andeutet, die folgenden (*e*, *f*) entsprechen dann nur dem Scheidentheile.

- Fig. 13. Ein Kelchblatt von *Paeonia tenuifolia* L., welches aus einer Scheide und einem schmal-linealem Spreitenteile besteht (die typische Form s. Fig. 18).  
 Fig. 14—15. Andere Form der Kelchblätter derselben Art, bei denen der Spreitenteil laubblattähnlich wird und der Scheidenteil sich reduziert.  
 Fig. 16. Ein junges Blatt von *Magnolia trifolia* mit zarter, geschlossener Scheide, welche in eine ringsum geschlossene Ocrea übergeht.  
 Fig. 17. Eine gespaltene Scheide und Ocrea derselben Art in natürl. Gr.  
 Fig. 18. Ein normales Kelchblatt von *Paeonia tenuifolia*.

## TAFEL II.

- Fig. 1. Ein Blatt von *Hagenia abyssinica* Willd. mit großer, auf der Außenseite dicht zottiger Blattscheide.  
 Fig. 2. Ein junges Grundblatt von *Fragaria vesca* L. mit Scheide und großen, spitzen, scharf gekielten Scheidenlappen.  
 Fig. 3. Ein Querschnitt durch die Basis der gekielten Scheidenlappen.  
 Fig. 4. Das Stipulargebilde von *Fragaria*, von vorne gesehen und vergrößert.  
 Fig. 5, 6. Niederblätter von *Fragaria virginiana*  $\times$  *chiloënsis* mit Scheiden mit spitzen Scheidenlappen und rudimentärer Spreite.  
 Fig. 7, 8. Die Hochblätter von *Potentilla verna* L. vom Rücken und von vorne gesehen (vergr.), welche einer zweikieligen Blattscheide entsprechen.  
 Fig. 9. Ein anderes Hochblatt vom blühenden Stengel der *Potentilla verna*, welcher aus einem an der Basis nur halbumfassenden Scheidenteile, großen Scheidenlappen und einer einfachen, rudimentären Spreite besteht.  
 Fig. 10, 11. Schuppen aus einer Winterknospe von *Aesculus hippocastanum* L.  
 Fig. 12. Eine Uebergangsschuppe aus der Winterknospe von *Aesculus*, mit blasser Scheide mit rundlichen Seitenöhrchen (Scheidenlappen) und kleiner, rudimentärer Spreite.  
 Fig. 13. Ein anderes Uebergangsblatt mit bereits besser entwickelter Spreite.  
 Fig. 14. Eine Knospenschuppe von *Cornus Mas* L.  
 Fig. 15, 16. Uebergangsblätter aus der Winterknospe von *Cornus Mas* mit einem Scheiden- und Spreitenteile.  
 Fig. 17. Ein definitives Blatt derselben Art; der Blattstiel ist aus der Scheide entstanden.

## TAFEL III.

- Fig. 1. Ein aus einer ruhenden Knospe hervorwachsendes Pflänzchen von *Trifolium medium* L., welches mit einfachen, umfassenden Schuppen (=Scheiden) beginnt, denen zweilappige mit rudimentärer Spreite folgen. Die Scheidenlappen vergrößern sich allmählich, so daß es den Eindruck erweckt, als ob angewachsene Nebenblätter vorhanden wären.  
 Fig. 2. Eine einfache Schuppe derselben Art.  
 Fig. 3. Eine durch eine seichte Cäsur kurzzweilappige Schuppe mit winziger, rudimentärer Spreite.  
 Fig. 4. Der oberste Teil einer Schuppe mit bereits größeren Scheidenlappen und kleiner, gestielter Spreite.  
 Fig. 5. Blattscheide mit freien, zugespitzten Scheidenlappen von *Lupinus Burkei* Wats.  
 Fig. 6. Ein Niederblatt von einem blühenden Stengel von *Baptisia australis* R. Br., welche eine offene, umfassende Blattscheide mit kurzen Scheidenlappen und einer rudimentären Spreite darstellt.  
 Fig. 7, 8. Weitere Uebergangsformen mit bereits besser entwickelten Spreiten und zunehmenden Scheidenlappen. Der eigentliche Scheidenteil ist (Fig. 8) schon stark verkürzt.



K. Domin del.





K. Domin del.







H. Domin del.









K. Domin del.



- Fig. 9. Ein definitives Stengelblatt von *Baptisia* mit freien Nebenblättern, welche den Scheidenlappen (nach dem Abort der Scheide) entsprechen.  
 Fig. 10. Ein häutiges Hochblatt von dem Blütenschafte einer *Bergenia* mit einer rudimentären, grünen Spreite und einer Ligula.  
 Fig. 11. Dasselbe, von der Seite gesehen.

## TAFEL IV.

(Die Entwicklung des Blattes von *Fraxinus excelsior* L. an den aus den Winterknospen auswachsenden Zweigen.)

- Fig. 1. Eine gekielte, kurz zweispitzige Knospenschuppe mit einem kleinen Rudiment der Spreite.  
 Fig. 2. Eine verlängerte, sonst ähnliche Schuppe.  
 Fig. 3. Eine an der Spitze unregelmäßig zweilappige Schuppe.  
 Fig. 4—8. Schuppen mit verschiedenartig ausgebildeten rudimentären Spreiten.  
 Fig. 9. Eine verlängerte, blasse Schuppe, welche keine Scheidenlappen hat, mit ungeteilter, rudimentärer Spreite.  
 Fig. 10—11. Formen mit wenig geteilten Spreiten und breit-linealen Scheiden.  
 Fig. 12—14. Übergangsblätter mit blasser Scheide mit spitzen Scheidenlappen und gefiederter Spreite. Es ist besonders der Anschluß der Scheide an die Spreite und die Bildung der Blattspindel aus der Spreite zu beachten.  
 Fig. 15. Ein noch nicht entfaltetes Übergangsblatt mit Scheide, deren Lappen sich der Spreite direkt anschließen.  
 Fig. 16. Ein anderes Übergangsblatt, die Scheidenlappen sind durch die Schattierung erkennbar.

## TAFEL V.

- Fig. 1. Eine sich entfaltende Winterknospe von *Acer Pseudoplatanus* L. mit dekusierter Blattstellung. Interessant sind die Übergangsblätter, die eine zarte Scheide tragen, welche sich dann unvermittelt in einen rundlichen Blattstiel umwandelt.  
 Fig. 2, 3. Knospenschuppen von *Acer Pseudoplatanus*, vergl.  
 Fig. 4. Ein Übergangsblatt derselben Art.  
 Fig. 5. Ein Niederblatt am Stengel von *Desmodium concinnum*, welches aus einer zweilappigen Scheide und einer sitzenden, die ersten Anfänge von Fiederteilung aufweisenden Spreite zusammengesetzt ist.  
 Fig. 6. Ein definitives Stengelblatt derselben Pflanze mit abortierter Scheide und großen Scheidenlappen, welche sich als freie Seitenstipulae praesentieren.  
 Fig. 7. Ein Blatt von *Viburnum Opulus* L. mit Nektarien und Seitenzipfeln:  $a, a', a''$ , flache Segmente, von denen aber  $a''$  bereits eine verdickte Spitze hat,  $b, b'$  Übergangsformen zwischen Nektarien und flachen Segmenten,  $c, c'$  kurz gestielte und  $d, d'$  sitzende Nektarien.  
 Fig. 8. Das noch nicht vollkommen ausgebildete Nektarium (Fig. 7, b).  
 Fig. 9. Ein ähnliches Blatt wie das bereits beschriebene (Fig. 7), jedoch mit 4 flachen Zipfeln in der unteren Blattstielpartie und 3 sitzenden Nektarien am Spreitenrande.  
 Fig. 10. Ein Blatt von einem Schößlinge von *Viburnum Opulus* L.; ein Zipfel ist blattartig entwickelt.  
 Fig. 11. Das zweite Schuppenpaar von einer Winterknospe von *Viburnum Opulus* L.; die den Scheiden entsprechenden Schuppen sind im unteren Teile röhrenförmig verwachsen. Die Knospe gehört dem abgefallenen ersten Schuppenpaar an.

- Fig. 12. Ein Übergangsblatt zwischen den Knospenschuppen und den Laubblättern, welches beweist, daß die Blattstiele der definitiven Blätter aus den Scheiden entstanden sind.
- Fig. 13. Eine Schuppe von dem ersten Schuppenpaare einer Winterknospe von *Sambucus nigra* L.
- Fig. 14. Eine Schuppe des zweiten Schuppenpaares derselben Pflanze, welche bereits aus einem Scheidenteil und einer rudimentären Spreite besteht.
-



# Über die Assimilation des Atlas und über die Variationen am Os occipitale beim Menschen.

Aus dem Institute für normale Anatomie Prof. Janošíks.

(Extrait.)\*)

Von

Prof. Dr. **K. WEIGNER**,

Assistenten des anatomischen Instituts.

(Mit 30 Figuren.)

Vorgelegt am 10. und 24. Feber 1911.

Das Problem über die Entwicklung des Kopfes erweckte seit **Oken** (1807) das Interesse vieler Forscher, ist aber noch sehr weit von seiner endgültigen Lösung entfernt geblieben; wie bei anderen zahlreichen Fragen kam man auch bei dieser zur Überzeugung, daß unsere bisherigen Kenntnisse so mangelhaft sind, daß die Konstruktion einer endgültigen Antwort als unmöglich betrachtet werden muß. Nur weitere Forschungen werden eine Grundlage zur kritischen Sichtung und Ergänzung der generalisierenden Erklärungen und Theorien bilden; die Entwicklung der details, die und da perhorreszierten Forschung gewährt einzig und allein den wirklichen Fortschritt, sollen die erzielten Kenntnisse in ihrem Gesamtbilde eine reelle Basis für weitere Arbeiten bilden.

Für die Frage über die Metamerie des Kopfes bedeutet die Erforschung der Occipitalregion einen wichtigen Punkt, da die Occipitalsomiten als mit den Rumpfsomiten homologisch betrachtet werden; in dieser Hinsicht soll die Anmerkung von **Filatoff** angeführt werden, welcher mit Recht hervorhebt, daß der Somit als solcher bisher streng nicht definiert ist (**Bolk**, **Koltzoff**, **Dohrn**); bisher wurde die Variabilität der Somiten nicht sichergestellt, es fehlt also die Grundlage, auf welche die Definition einer jeden morphologischen Einheit sich stützen muß; die Entwicklungsgeschichte eines jeden Organs, verbunden mit dem Vergleichen ähnlicher Verhältnisse bei vielen Tierformen, führt zur Erkenntnis der Variabilitätsgrenzen des Organs, der stabilen und variablen Merkmale; auf die Schwierigkeiten bei der Vergleichung der Segmentierung des Rumpf- und Kopfskeletts deuten die Anmerkungen **Janošíks** in Hinsicht auf die veränderte Funktion der betreffenden Teile des Skeletts (*Anat. člověka [i. e. d. Menschen]* S. 129 und S. 796).

---

\*) Böhmisches in den Rozprawy České Akademie Nr. 8 und Nr. 11 Jahrg. XX.

Beim erwachsenen Menschen wurden verschiedene Variationen am Os occipitale und am Atlas sichergestellt, die Kollmann als *Assimilation des Atlas und Manifestation des Occipitalwirbels* näher bestimmt; dieselben tragen dazu bei, daß die Frage über die Occipitalsomiten und die theoretischen Erwägungen über die Metamerie des Kopfes eine Beleuchtung erfahren. Da fast alle in der Literatur beschriebenen Fälle von verschiedenen Variationen in der Umgebung des For. occipit. magn. zufälligerweise bei der Maceration oder Präparation gewonnen wurden, kann man die Häufigkeit ähnlicher Variationen nicht erschließen, nebstdem entgehen uns alle weniger auffallende Fälle; um dieser Eventualität nach Möglichkeit auszuweichen, untersuchte ich alle Schädel der anatomischen Anstalt und das Leichenmaterial im Schuljahre (Wintersemester) 1909/10.

### Befunde an den proximalen Halswirbeln.

1. Am Atlas ist beiderseits die dorsale Spange in der Gestalt eines hakenförmigen scharf zugespitzten Processus entwickelt, der von dem dorsalen Teile der Massa lat. seinen Ursprung nimmt und gegen den dorsalen Bogen gerichtet ist, ohne denselben zu erreichen; die Proc. costarii sind zu dünnen spitzigen Fortsätzen reduziert.

2. Am Atlas ist beiderseits eine starke dorsale Spange entwickelt; der Proc. costarius dext. ist unvollständig.

3. Am Atlas befindet sich links eine dünne dorsale Spange.

4. Am Atlas ist eine starke knöcherne dorsale Spange rechts, links an der Massa lat. angedeutet. Der dorsale Bogen steht offen, seine linke Hälfte ist dünn, wird gegen die Mittellinie noch feiner und endet stumpf; die rechte Hälfte ist unvergleichlich umfangreicher, indem sie im sagittalen Durchmesser 15 mm beträgt; das mediale Ende ist zu einer Spitze ausgezogen, deren ventrale Seite länger ist als die dorsale. An der Unterfläche dieser in die Breite entwickelten Partie ist eine ovale glatte Fläche angebracht, die mit dem Epistropheusbogen artikuliert, die rechte Hälfte dieses Wirbelbogens ist auch stärker gestaltet, besitzt am oberen Rande einen wirklichen Gelenkhöcker von ovaler Form, der in der Richtung des Bogens schief gestellt ist. Zwischen dem Gelenkhöcker des normalen ventralen und abnormen dorsalen atlantoepestrophealen Gelenks befindet sich das Foramen intervertebrale.

5. An dem sonst auffallend mächtigen Atlas fehlen beide Proc. costarii.

6. Der Epistropheus und der dritte Halswirbel sind durch ihre Körper und ihre Bögen zusammengefloßen; die Körpergrenze ist in der Reihe von Blutgefäßöffnungen erkennbar. Der dorsale Epistropheusbogen ist sehr schlank und läuft in eine nach rechts gekehrte einheitliche Spitze aus. Der dorsale Bogen des dritten Halswirbels ist im Gegenteile sehr hoch und

mächtig, in seiner Mitte befindet sich eine grubige Rauigkeit mit zwei Höckern, zwischen welche sich die Spitze des Epistropheus-bogens einsenkt. Die Processus articulares sind beinahe spurlos verschwunden. Der schmale Querfortsatz des dritten Halswirbels ist stark dorsal geneigt.

7. Der Epistropheus ist mit dem dritten Halswirbel mittels der linksseitigen Gelenkfortsätze verwachsen, sonst im übrigen frei.

Wie aus der Beschreibung der Befunde bei Erwachsenen hervorgeht, kommen in der Umgebung des For. occip. magn. und am Atlas zahlreiche Variationen vor, deren morphologischer Charakter und Dignität auf Grund der Untersuchung bloß definitiver Zustände nicht endgültig beleuchtet werden kann; in dieser Hinsicht wurden verschiedene Meinungen ausgesprochen, wie wir es bei der Besprechung der Literaturangaben sehen werden, nun aber überall fühlt man, daß es an zur Unterstützung dieser theoretischen Erwägungen nötigen embryologischen Untersuchungen mangelt. Ich habe mich bemüht, die Entwicklungsgeschichte der Occipitalregion näher zu studieren, und versucht, auf Grund dessen die definitiven Zustände zu analysieren.

Auf Grund der untersuchten Fälle (siehe die Abbildungen) kann man folgende Gruppierung derselben aufstellen:

a) eine reine *Atlasassimilation* zeigt sich als:

1. ein Hemiatlas, wo die Bögen, Massa lat. und Proc. transv. verwachsen sind;

2. eine Verwachsung der Atlantooccipitalgelenke, des ventralen sowie dorsalen Bogens und mittels einer Lamelle, die vom Proc. costarius zum Rande der Incis. jugul. und zum inneren Teile des Proc. jugul. sich erstreckt;

3. eine Verwachsung der Atlantooccipitalgelenke, des ventralen Bogens bis auf die Fissura atlantooccipitalis, der linken Hälfte des dorsalen Atlasbogens;

4. eine Verwachsung der Atlantooccipitalgelenke, der rechtsseitigen Hälften des ventralen und dorsalen Atlasbogens, des rechtsseitigen Proc. transversus;

b) eine reine *Manifestation des Occipitalwirbels* zeigt sich als:

7. Proc. paracondyloidei, Proc. basilaris sin., Can. hypoglossi duplex sin., Labia post. for. occip. magn.;

8. Proc. paracondyloideus sin., nach links verschobener Condylus tertius, geteilte Canales hypoglossi, Spur eines Can. intrabasilaris;

11. teilweise zu Condylus tertius zusammengefloßene Proc. basilares;

12. Proc. basilaris sin., geteilte Canales hypoglossi;

c) eine *Manifestation des Occipitalwirbels mit gleichzeitiger Atlasassimilation*:

5. Proc. paracondyloideus sin. ist mit einer Verwachsung der Atlantooccipitalgelenke, des hinteren Bogens und der beiderseitigen Proc. costarii kombiniert;

9. Beiderseitiger Can. hypoglossi duplex, Proc. paracondyloideus sin. ist frei, dexter mit dem Querfortsatze des Atlas verwachsen;

10. Proc. paracondyloidei und Verwachsung der Atlantooccipitalgelenke und rechtsseitiger Hälften des ventralen und dorsalen Atlasbogens, von welchen diese die Mittellinie nicht erreicht.

Von den systematisch untersuchten Fällen, Gruppe II, ist ersichtlich, daß *in der Umgebung des For. occip. magn. am Os occipitale zahlreiche und verschiedene Varietäten vorkommen, die erstens nicht gewöhnlich beschrieben werden* (die Gestalt und Größe des For. occip. magn., die Formation der Condylen, die nicht seltene Teilung des Can. hypoglossi usw.), *zweitens unter die Erscheinungen der Manifestation des Occipitalwirbels gehören und von sehr ungleicher Intensität sind.*

### Zusammenfassung der Resultate.

Im Einklang mit den Arbeiten *Froieps* kann man auch beim Menschen den Beweis erbringen, daß in der ersten Anlage der Occipitalgegend die Spur der Zusammensetzung aus einzelnen Wirbeln angedeutet ist, nicht aber so bestimmt, wie bei den Wiederkäuern; *Froieps* formuliert seine Ansicht durch den Satz: „Einen in gleicher Höhe mit dem Zwischenraum zwischen zwei segmentalen Nerven gelegenen Abschnitt eines ungegliederten, aus perichordalem Mesoblastgewebe bestehenden Achsenskelettes darf man *Wirbel* nennen.“ Der spinale Teil des Schädels repräsentiert höchstwahrscheinlich den vertebralen Anteil desselben, indem er durch die onto- und phylogenetisch kaudal fortschreitende Umbildung der Wirbelanlagen zugleich mit der Reduktion der vordersten kranialen Anlagen zustande kommt.

Im Bereiche der ersten zwei Hypoglossuswurzeln finden wir beim Menschen keine deutliche Segmentation, dagegen ist die letzte und zugleich stärkste Wurzel durch den primitiven Wirbelbogen abgeteilt; proximalwärts befindet sich *Froieps* scheinbar ungegliederter Abschnitt der Occipitalregion. Wie sich der primitive Zustand in die Übergangsperiode, sowie diese in die details Verhältnisse des definitiven Zustandes umwandelt, konnte an der unvollständigen Serie der menschlichen Embryonen und an mehr weniger quer geführten Schnitten nicht so eruiert werden, um auf Grund dessen ein so vollständiges und durch alle Phasen des Entwicklungsganges belegtes Bild konstruieren zu können, wie das *Weiß* bei der weißen Ratte tut; die erzielten Resultate können doch zur Beleuchtung mancher, gewöhnlich zufälligerweise in den definitiven Zuständen sichergestellten Resultate der Manifestation des Occipitalwirbels beitragen und zwar mit Bezug auf die Ontogenese, was nach der Anmerkung v. *Schumachers* bisher nicht geschehen ist.

An den Bogenmassen des Occipitalwirbels und des Atlas bemerkt man lateral hervorgehende Fortsätze, die bei beiden Wirbeln sehr ähnlich

sind und die Anlage der Querfortsätze bilden; diese durch eine dichte Mesenchymschicht verbundenen Massen bilden am Occipitalwirbel die Anlage der Condyli occipitales, wobei an der unteren Fläche der occipitalen Knorpelanlage zwei Höcker sich erhalten, die durch die hypochordale Spange in Verbindung stehen; analog legen sich die Massae lat. atlantis an.

In dem verdichteten Mesenchym treten dorsal von der Chorda dors. die bilateralen Knorpelzentren für das Corpus atlantis und epistrophei, am Anfang isoliert, auf; später verschmelzen beide, einem Wirbel angehörenden Zentren zu einem einheitlichen Knorpel, durch welchen die Chorda dors. in der proximodistalen Richtung schief dorsal verläuft; später tritt die Anlage für den Atlaskörper mit der des Epistropheuskörpers in Verbindung; die zwischen beiden Wirbeln ursprünglich breite Spalte gewinnt nachher eine ellipsoide Form und wird endlich zu einer Bindegewebsschicht reduziert; es gelingt auch in späteren Stadien, die Grenze zwischen beiden Wirbeln zu bestimmen, und zwar nach dem histologischen Bilde und den äußeren Furchen.

Zwischen dem Occipitalknorpel, der in seinem distalen Anteile aus den Bogenmassen des Occipitalwirbels und seiner hypochordalen Spange seinen Ursprung nimmt, und der Anlage für den Atlaskörper sehen wir etwas später als diesen die wieder bilaterale Knorpelanlage für den *Körper des Occipitalwirbels*. Für die Beurteilung der entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse dieser Gegend erachte ich als maßgebend, daß in dem verdichteten Mesenchym in einer bestimmten zeitlichen Folge die Körper der Halswirbel und des Occipitalwirbels angelegt werden; die Chorda dorsalis ist von diesen Anlagen stets *ventral* gelegen, erst in späteren Stadien gelangt dieselbe in die verschmolzenen knorpeligen Anlagen der Wirbelkörper. Dieser Umstand schließt schon an und für sich jede Beteiligung des Körpers des Occipitalwirbels an der Bildung des Occipitalknorpels, resp. des ventralen Umrandes des For. occip. magn., der vom Anfang ventral von der Chorda gelegen ist, aus. Die Anlage des Occipitalwirbelkörpers verwächst sehr frühzeitig mit dem Atlaskörper, obzwar die Formverhältnisse und besonders die histologische Struktur recht lange eine deutliche Abgrenzung zulassen. Diese Befunde sprechen dafür, daß *der Corpus des definitiven Epistropheus mit seinem Zahnfortsatze aus drei Wirbelkörpern sich entwickelte: des Occipitalwirbels, des Atlas und des Epistropheus*, wobei an der Bildung des Dens epistrophei die beiden ersten Wirbel — der Occipitalwirbelkörper und der proximale Teil des Atlaskörpers — beteiligt sind. *Es werden also beim Menschen zur Schädelbildung nur die Bogenmassen des Occipitalwirbels herangezogen, wogegen sein Körper dem Atlaskörper sich anschließt.* Diese Befunde kann man nicht mit den Angaben H a g e n s und L e v i s in Einklang bringen, dieselben entsprechen im ganzen den von W e i ß bei der weißen Ratte beschriebenen Verhältnissen.

Nach H a g e n wird jetzt allgemein die Anschauung angenommen,

daß der Dens epistrophei aus den Körperanlagen des 1. und 2. Halswirbels gebildet wird, wobei man sich besonders auf die Tatsache stützt, daß die Chorda durch den Zahnfortsatz hindurchgeht; auch treten hier zwei übereinander liegende Verknöcherungszentren auf. Im Bereiche des Atlas und Epistropheus beginnt die Knorpelbildung so, daß von den Urwirbeln sich zwischen Chorda und den Ursegmenten die Mesenchymmassen ausspannen; dann treten sowohl im Atlas- als im Epistropheusgebiete bilaterale Zentren auf, die ihrer Größe nach von den Zentren der übrigen Halswirbel nicht abweichen. Die bilateralen Knorpelzentren verwachsen nicht sofort; zu keiner Zeit kann man im Atlas- oder Epistropheusgebiete einen einheitlichen Körper wie bei den übrigen Wirbeln unterscheiden.

Dagegen verwachsen die bilateralen Anlagen des Epistropheus mit den entsprechenden des Atlas von der Seite her, während die Trennungsschicht in der Medianebene noch erhalten bleibt; es folgt daraus, daß der Dens epistrophei aus dem Gebiete des Epistropheuskörpers und einem damit verwachsenen Teile des Atlaskörpers entstanden ist.

Die Condyli occip. bilden den Hauptanteil des Occipitalknorpels; sie sind oberhalb der Massae later. atlantis gelegen; in dem vorknorpeligen Stadium befinden sich an dieser Stelle die bilateralen Knorpelzentren. Bei einem 17 mm langen Embryo haben die Cond. occip. nach Hagen ihre definitive Form und artikulieren in ausgedehnter Weise mit dem Atlas.

In bezug auf die ungenügenden Kenntnisse über die Entwicklung des Chondrocraniums bei den Säugern rekonstruierte Levi das Chondrocranium bei vier menschlichen Embryonen (13, 14, 17 und 18 mm); aus seiner umfangreichen Arbeit sei hervorgehoben: Die Entwicklung der Occipitalregion besitzt viele Ähnlichkeiten mit der Entwicklung der Wirbelsäule; es wird hier deutlich der Occipitalwirbel paarigen Ursprungs und ein kranialer Abschnitt angelegt, der zwar bestimmte Merkmale einer Wirbelentwicklung darbietet, nun aber, wie es scheint, aus der Verschmelzung von einigen Wirbelanlagen entstanden ist. Die Occipitalregion weist in den Anfangsstadien ihrer Entwicklung dieselben Beziehungen zur Chorda dors. auf wie die Wirbelsäule. Die Condyli occipitales, die am definitiven Schädel viel ausgedehnter sind als am knorpeligen, nehmen ihren Ursprung von dem kaudalen Teil der Mittelpartie, von dem Körper des Occipitalwirbels; sollte sich diese Annahme bestätigen, würde dann die Pars basilaris dem ungegliederten Abschnitt des embryonalen Schädels entsprechen. Die an der äußeren Seite der Portio later. stark prominierende Querleiste entsteht aus dem Bogen des Occipitalwirbels und gibt Ursprung dem Proc. jugularis. Durch diese Befunde erfährt der Satz Frobieps seine Bestätigung, daß die Occipitalregion beim Menschen den wahren spinalen Anteil des Schädels vorstellt.

In einer neueren Arbeit studierte Levi die Frage über die Ent-

wicklung der Occipitalregion vergleichend-anatomisch, um die in dieser Gegend vorkommenden Variationen zu erklären. Von seinen Untersuchungen am menschlichen Material ist ersichtlich, daß bei einem 13,5 mm langen Embryo in der Höhe des ersten Cervikalnerven, zwischen dem Bogen des ersten Wirbels und der Occipitalanlage sich eine Zone befindet, die die Chorda dorsalis umschließt und ohne Grenze bis zur Occipitalanlage zieht, von der aber der Bogen des ersten Wirbels gut abgegrenzt ist. Die Occipitalplatte wird durch zwei zu beiden Seiten der Chorda gelegenen Anlagen gebildet, die eine ähnliche Struktur aufweisen wie die Körper der Cervikalwirbel, die noch nicht knorpelig sind. An der ventralen Seite dieser Anlagen befindet sich die hypochordale Spange. Der Occipitalbogen ist angelegt, die Körperanlagen dieses Wirbels, die mehr weniger rudimentär sind, verschmelzen zu einer einheitlichen Masse, die zur Hauptanlage der Occipitalplatte wird. Bei einem 25 mm langen Embryo reicht der Dens epistrophei bis zur Ebene der Occipitalplatte, ist aber mit derselben nicht im Kontakt. Nach Levi scheint es bewiesen zu sein, daß bei vielen Species der kaudale Teil der Occipitalanlage, präziser ein Teil des Occipitalwirbelkörpers dem Zahnfortsatze des Epistropheus inkorporiert wird.

Obzwar die Arbeiten Weiß' und Gaupps sich nicht mit menschlichen Embryonen befassen, verdienen ihre Ergebnisse hier angeführt zu werden.

Weiß untersuchte die Entwicklung der Occipitalgegend an einer vollständigen Serie von Embryonen der weißen Ratte und fand, daß im Bereiche zwischen der Atlas- und Occiputalanlage es aus der Perichordalschicht zur Entwicklung der Anlage des rudimentären postoccipitalen Wirbelkörpers kommt, der knorpelig wird, mit dem Atlaskörper verwächst und die Spitze des Dens epistrophei bildet; diese Anlage kann als Rudiment des Proatlas oder als rudimentärer Occipitalwirbelkörper betrachtet werden. Was die Anlage des Occipitalwirbels anbelangt, entwickelt sich hier der hypochordale Bogen ohne Wirbelkörper und wird in den Schädel einbezogen.

Nach Gaupp entsteht der knorpelige Atlas bei Echidna wie bei anderen Säugern durch die Verschmelzung der beiden aufsteigenden Teile des ersten primitiven Wirbelbogens mit der hypochordalen Spange, die von zwei Zentren verknorpelt; im Bindegewebestadium kann man die Anlage eines Rippenrudiments, das später vollkommen eingeht, sicherstellen. Der Dens epistrophei schließt nicht nur den ersten Wirbelkörper, sondern auch das vor ihm gelegene, vielleicht auch das der Schädelbasiisanlage angehörende Material ein. Der Epistropheuszahn ist bei den Amnioten wahrscheinlich nicht überall gleich potent, seine bis an die Schädelbasis reichende Ausdehnung stellt das ursprünglichere Verhalten dar, welches bei vielen Sauropsiden und Säugern eine Reduktion erfahren hat. Der Epistropheuszahn der Amnioten und das Lig. apicis dentis stellt das vorderste redu-

zierte Ende der Wirbelsäule, in welchem eine noch größere Anzahl von Wirbelkörpern einbezogen ist und zwar von Körpern solcher Wirbel, deren übrige Anteile — die Bogen, die hypochondralen Spangen — bei der Bildung der occipitalen Schädelgegend in Anspruch genommen wurden; verschiedene Befunde sprechen dafür, daß im Dens neben dem Körper des ersten spinalen noch der Körper wenigstens eines Occipitalwirbels einbezogen ist.

Es ist interessant, daß bei den in der böhm. Arbeit näher beschriebenen Stadien die Spitze des Epistropheuszahnes weit proximalwärts in das For. occipit. magnum hineinragt; die ventral schiefe Fläche der Epistropheusspitze artikuliert mit dem runden knorpeligen Rande des Hinterhauptloches; diese Gelenkspalte hängt manchmal bis mit der Gelenkhöhle zwischen dem vorderen Atlasbogen und Dens zusammen und räumt später den Platz einem lockeren Bindegewebe, wenn der Epistropheuszahn distalwärts sich befindet. Diese eigentümliche, von den definitiven Verhältnissen abweichende Lage des Zahnfortsatzes im Hinblick auf den Occipitalknorpel ließe sich durch die große ventrale Kopfneigung erklären.

Aus den *bei Feten und an Kinderschädeln*, die frisch präpariert oder mazeriert waren, gemachten Befunden folgt, daß schon in diesen Stadien *die Atlasassimilation und die Manifestation des Occipitalwirbels vorkommt*, und zwar in der Form des verwachsenen Hemiatlas, resp. der deutlich ausgeprägten knorpeligen, mit den Proc. transversi atlantis artikulierten, wie auch kaum angedeuteten Proc. paracondyloidei; in der mir zugänglichen Literatur fand ich solche Fälle bei Neugeborenen nicht beschrieben. Der Can. hypoglossi kann in solchen Stadien eine bindegewebige oder knöcherne Scheidewand besitzen.

Was das For. occipit. magn. anbelangt, können manche in den definitiven Verhältnissen vorkommenden Varietäten aus dem Verhalten der dreieckigen, zwischen das Occipitale lat. und Squama occipit. eingeschalteten Knorpelplatten zu dem dorsalen Rande des Hinterhauptloches erklärt werden; die diesem Rande ansitzenden Höcker befinden sich in verschiedener, an beiden Seiten oft ungleichen Entfernung von der Mittellinie und bilden möglicherweise den Rest der Verschmelzung des Occipitale lat. und der Hinterhauptsschuppe an der Stelle der verschwindenden Knorpelplatten; wenn diese Knorpel mit ihren Rändern die Medianebene erreichen und in einem scharfen Winkel zusammentreffen, ist dadurch die Möglichkeit zur Bildung eines Einschnittes am sonst glatten hinteren Rande des For. occipit. magn. geschaffen. Diese Verhältnisse könnte man zur Erklärung der Existenz des dorsalen Occipitalbogens heranziehen, indem an der Bildung dieses Bogens der mediale glatte Rand, der lateral durch eine Furche begrenzt wird, und die genannten Knorpelplatten, welche dem mittleren knorpeligen Teile des dorsalen Atlasbogens analog sind, Anteil nehmen.



Die ausgesprochenen, an mazerierten Präparaten sichergestellten Befunde können in drei Kategorien gruppiert werden:

a) *Die Assimilation des Atlas* tritt als eine Erscheinung der ungenügenden Differenzierung des ersten Cervikalwirbels gewöhnlich in verschiedener Intensität hervor, wobei die Lage des Atlas durch Verschiebung oder Drehung geändert werden kann; im Einklang mit der Ansicht B o l k s erscheint der Atlas einfach mit dem Hinterhauptsbeine verklebt; es handelt sich in der Regel um eine Verwachsung der Atlantooccipitalgelenke und der Atlasbogen mit dem Rande des For. occipit. magnum. Nicht selten nehmen die distalen Gelenkflächen des Atlas nicht die gleiche Frontal- und Horizontalebene ein, ihre Neigung ist mehr weniger schief. Von unseren Fällen sind jene bemerkenswert, an welchen bei der Verwachsung auch der Querfortsätze des Atlas mit der Unterfläche des Os occipitale die zu einer breiten Lamelle vergrößerten Proc. costarii mit dem Rande des For. jugul. verschmolzen sind, und zwar ein wie beiderseitig; dies stimmt mit der Angabe S w j e t s c h n i k o f f s nicht, daß die Proc. costarii bei der Atlasassimilation immer reduziert sind. Der dorsale Atlasbogen ist bei der Assimilation oft defekt. Die letzte Phase der Atlasassimilation ist seine Inkorporation in das Hinterhauptsbein, die vollständig ist oder eine Hälfte (Hemiatlas) betrifft; dabei sind die Anteile der Occipitalgelenke verschwunden, der vordere und hintere Atlasbogen verstärkt den Rand des For. occip. magn. Die Angabe S w j e t s c h n i k o f f s muß als zutreffend bezeichnet werden, daß bei der Atlasassimilation immer der Rest des Spatium atlantooccipitale in der Form einer engen Spalte oder bloß einer Öffnung erhalten bleibt.

b) *Die Manifestation des Occipitalwirbels*, bei der die Spuren eines embryonal angelegten Occipitalwirbels zum Vorschein kommen, bekundet sich des öfteren durch die Entwicklung der Proc. paracondyloidei, die ein- oder beiderseitig sind; diese Vorsprünge stehen in bindegewebiger, gelenkiger oder synostotischer Verbindung mit den analogischen Vorsprüngen an den Querfortsätzen des Atlas; weiter kommen die Proc. basilares zur Geltung, die zu einem einheitlichen Condylus tertius verschmelzen können. Oft kommt die Teilung des Can. hypoglossi vor. Die dem Spatium atlantooccipitale entsprechende Spalte zwischen dem Occipitalwirbel und dem ungliederten Abschnitte des Basioccipitale befindet sich dorsal vom Tuberc. pharyngeum und ist sehr selten (S w j e t s c h n i k o f f); in unseren Fällen wurde einmal ihre sichere Spur an der Basis des Condylus tertius sichergestellt. Der dorsale Occipitalbogen gibt sich an dem Rande des Hinterhauptloches als Labia post. kund.

c) *Die Atlasassimilation kann zugleich mit der Manifestation des Occipitalwirbels auftreten*; die Assimilation wird durch eine analoge Verwachsung wie in reinen Fällen sub a) realisiert, wobei zugleich eine Reduktion des Atlas zustande kommt; die Manifestation erblickt man in Bildung der Proc. paracondyloidei, der die frei oder mit den über-

einstimmenden Vorsprüngen an den Querfortsätzen des Atlas verwachsen sind.

Aus der Statistik der systematisch untersuchten Fälle folgt:

1. Das *For. occipitale magn.* zeigt auffallende individuelle Variationen, was die Form, Größe und seine nächste Umgebung anbelangt; so kann sein Rand verdickt oder sehr dünn sein; der dorsale Rand ist mit verstärkenden Höckern oder rauhen Feldern versehen, die in gleicher oder ungleicher Entfernung von der Medianebene stehen; in der Mitte, manchmal auch zur Seite verschoben, befindet sich wann und dann die *Incisura margin. post.* Die Form des Hinterhauptsloches kann oval, rund, abgerundet viereckig sein, der ventrale Teil wird durch die prominierenden *Condyl. occipit.* eingeengt, bei ungleicher oder einseitiger Prominenz ist derselbe asymmetrisch; der Gelenkhöcker ragt in das *For. occipit. magn.* mit seinem vorderen, mittleren oder hinteren Teile vor. Das *For. occip. magn.* ist auch dann asymmetrisch, wenn eine Hälfte breiter oder der Rand einseitig stärker ausgeschnitten ist.

2. Daß der *Canalis hypoglossi* ein Konglomerat von Foramina intervertebralia vorstellt, dies beweisen seine bindegewebigen oder knöchernen Scheidewände. Der *Can. hypoglossi sin.* war in 59 Fällen einheitlich, in 17 unvollständig, in 21 vollständig geteilt; analog war der rechte in 60 Fällen einheitlich, in 15 unvollkommen und in 21 Fällen vollkommen geteilt; das beiderseitige Verhältnis ist sehr variabel. Es kommt also die Verdoppelung des genannten Kanals ca. in 24%, eine Scheidung überhaupt in 37% vor (nach Poirier, *Traité d'anatomie humaine*, ca. in 15%). Ist der *Can. hypoglossi* geteilt, so handelt es sich gewöhnlich um einen kleineren proximoventralen und einen größeren distodorsalen Kanal, was damit im Einklang steht, daß die Hypoglossuswurzeln in istaler Richtung an Stärke zunehmen; die distale Wurzel ist die mächtigste; in zwei Fällen kam es vor, daß der distale Kanal kleiner war als der proximale. In dem größeren Kanal kann noch ein kleiner unbedeutender Kanal abgespaltet werden, so daß eine jede von den gewöhnlichen zu drei vorkommenden Wurzeln einen selbständigen Durchtritt besitzt. Der ventrale Teil des *Can. hypoglossi* pflegt manchmal zu einer engen Spalte ausgezogen zu sein, was vielleicht ein Zeichen zur Bildung eines selbständigen Kanälchens ist. Wie angeführt, kommt neben der knöchernen Scheidewand auch eine bindegewebige vor, die man als den letzten Rest einer Scheidewand überhaupt betrachten kann.

Der *Canalis condyloideus* setzt sich manchmal mit dem *Can. hypoglossi* in Verbindung und dieser mit dem *For. jugulare*, so daß der *Can. hypoglossi* als eine venöse Bahn zur Ableitung des Blutes aus der Schädelhöhle benützt wird; in einem Falle war der *Can. condyloideus* durch mehrere mit dem *Can. hypoglossi* verbundene Kanälchen vertreten.

3. Die *Condyl. occipitales* variieren bedeutend in ihrer Form, Größe und gegenseitigen Ausdehnungsverhältnissen; neben der typischen treffen

wir oft eine Form, die mitten geschmälert und hier mit einer mehr weniger breiten rauhen Kante versehen ist; umgekehrt pflegt die Gelenkfläche gerade in der Mitte am breitesten zu sein. Es gestalten sich zahlreiche Übergänge von den hohen, stark konvexen Gelenkhöckern in die fast ganz flachen, geradeso von der elliptischen Form zur ovalen, mit dem schmäleren Ende ventral oder dorsal gerichteten zur runden und abgerundet dreieckigen Form; mit der Höhe stimmt der verschiedene Grad der lateromedialen Neigung der Gelenkfläche überein.

Diese Variationen betreffen verschiedene Individuen; nun aber können die Verhältnisse auch an demselben Schädel, wie beim *Can. hypoglossi*, an beiden Seiten sehr differieren. Der eine Condylus ist oft länger als der andere, besonders ist für dieses Verhältnis die stärkere Entwicklung des *Proc. paracondyloideus* maßgebend. Der dorsale Teil des Gelenkhöckers ist nicht selten ausgehöhlt und an den Rändern wallartig aufgerollt.

Von den ventralen Enden der *Cond. occipit.* ziehen in der Richtung zum *Tuberc. pharyng.* mehr weniger scharf ausgeprägte Kanten, die in der Nähe der Medianebene in den *Proc. basilaris* ihr Ende nehmen; diese Vorsprünge können zu einem einheitlichen Condylus tertius zusammenfließen (siehe sub *b*). Die erwähnten Kanten sind keine besondere Seltenheit, wogegen die genannten Vorsprünge und der Condylus III selten vorkommen. Vergleichen wir diese Verhältnisse mit jenen oben bei der Entwicklung der Occipitalgegend beschriebenen, entspricht der Condylus III einem Teile des primitiven Occipitalwirbels und zwar einem vorderen Teile der Bogenmasse, resp. der hypochondralen Spange.

4. *Canaliculus chordae* besteht als eine einfache Grube oder als ein kurzes oder auch 6—15 mm langes Kanälchen, dessen Anfang verschieden weit vom ventralen Rande des Hinterhauptloches entfernt ist (siehe *Perna*); je dünner dieser Rand ist, desto seltener ist die Persistenz des *Canalic. chordae*; es kann auch die proximalere Ausmündung dieses Kanälchens am Clivus und an der Unterfläche der Schädelbasis vor dem *Tuberc. pharyng.* sichtbar sein. In einem Falle entwickelte sich (vielleicht auf Grund einer perichondralen Ossifikation) am Clivus an der Stelle der Ausmündung ein knöcherner Vorsprung.

5. Wie in der böhm. Arbeit näher auseinandergesetzt wurde, bestimmt *Bolk* am *Atlas* eine ganze Reihe von Merkmalen, die auf eine Reduktion hindeuten; die Variationen des atavistischen Schlages bestehen darin, daß die dorsale und seltener laterale Spange vorkommt, die den *Sulc. art. vertebralis* in einen *Canalis* umbilden; das Aussehen dieser Spangen ist verschieden: es handelt sich um bindegewebige Stränge, mehr weniger entwickelte knöcherne Vorsprünge, die im frischen Zustande bindegewebig zusammenhängen und endlich um verschieden starke und breite Knochenspangen; die progressive Tendenz zeigt Variationen, die den *Proc. costarius* treffen, welcher durch einen bindegewebigen Zug vertreten ist oder sogar fehlt; hierher gehören auch die Defekte des hinteren Bogens. Die Annahme

v. Bardeleben, ob die Reduktion des hinteren Bogens von der Reduktion des ganzen Wirbels nicht unabhängig sein könnte, bekräftigt nach meiner Ansicht der Fall, wo der dorsale Bogen klappt, zugleich aber die dorsale Spange entwickelt sein kann.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen Fälle von Assimilation des Atlas mit gleichzeitigen Merkmalen der Manifestation des Occipitalwirbels; vom Standpunkte Bolks, daß die kraniovertebrale Grenze im kaudalen Vorrücken begriffen ist, lassen sich dieselben schwer erklären. In der Manifestation des Occipitalwirbels liegen uns verschieden abgestufte Grade der phylogenetisch älteren Grenze vor; in der Atlasassimilation, in seiner endgültigen Inkorporation in das Os occipitale, müssen wir eine prospektive Potenz sehen, die darauf hinzielt, die kraniovertebrale Grenze zwischen das 1. und 2. Halssegment zu verschieben; wohin soll man die für sich allein bestehende Verwachsung des Epistropheus mit dem 3. Halswirbel einreihen? Wenn Fälle mit pro- und regressiven Variationen zugleich vorkommen, können diese in ihrer Intensität sehr schwer auseinander gehalten und in der Hinsicht beurteilt werden, inwiefern sie sich gegenseitig beeinflussen und welche Erscheinung bestimmter zur Geltung kommt.

Es ist also bloß der Schluß zulässig, daß hier *Variationen der Schädelgrenze beim Menschen bestehen*, die durch die Reduktion des Atlas oder die Manifestation des Occipitalwirbels zustande kommen.

*Die hypothetische Annahme Kollmanns von der Existenz des Occipitalwirbels wird durch die embryologischen Untersuchungen unterstützt: der primitive Occipitalwirbel wird beim Menschen angelegt und seine Derivate manifestieren sich in verschiedener Weise in den definitiven Zuständen in der Umgebung des For. occipit. magnum.*



Fig. 1

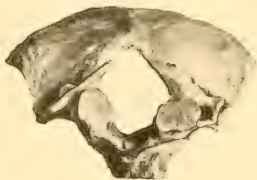


Fig. 5.

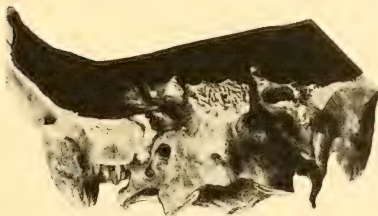


Fig. 2.

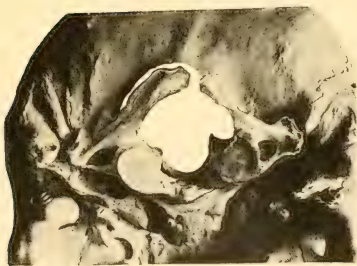


Fig. 3.

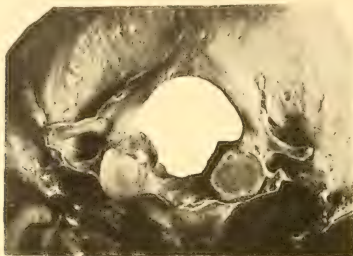


Fig. 4.

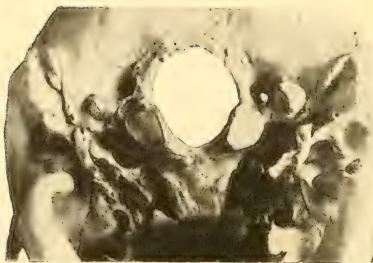


Fig. 6.



Fig. 7.

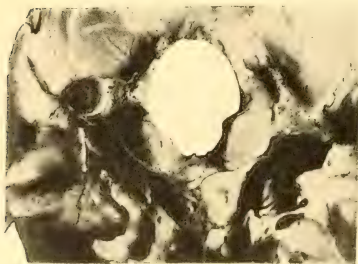


Fig. 8.



Fig. 9.

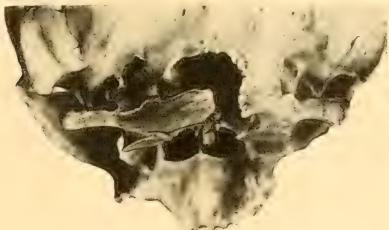


Fig. 10.

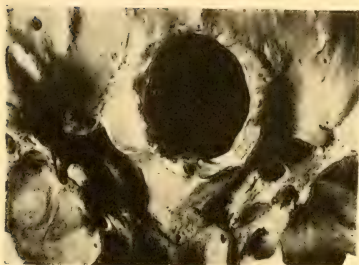


Fig. 11.

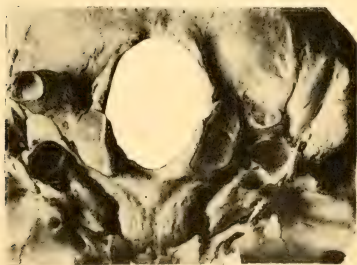


Fig. 12.

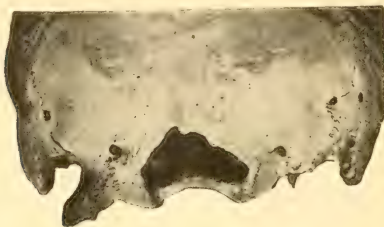


Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.





Fig. 19.



Fig. 21.



Fig. 22.

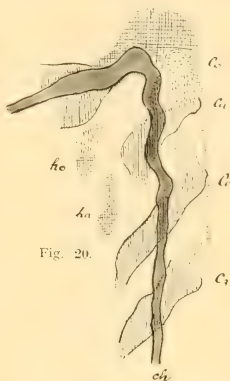


Fig. 20.



Fig. 23.

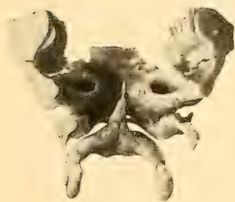


Fig. 24.

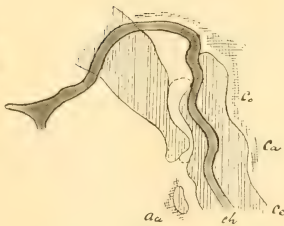


Fig. 25.



Fig. 26.

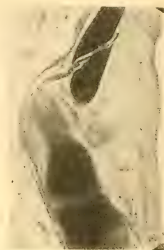


Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.



Fig. 30.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Es handelt sich um einen Hemiatlas, der mit dem Hinterhauptsbeine durch die Bögen, Massae lat. und Proc. transversi verwachsen ist.

Fig. 2. Die Assimilation des Atlas besteht in der Verwachsung der Artic. atlanto-occip. der Bögen und der Entwicklung einer Lamelle vom Proc. cost. zum Rande der Incis. jugul. und zum inneren Teile des Proc. jugularis.

Fig. 3. Es handelt sich in diesem Falle um eine Verwachsung der Artic. atlanto-occipitales, der rechtsseitigen Hälften des vorderen und hinteren Bogens, des rechtsseitigen Proc. transversus.

Fig. 4. Es sind hier die Atlantooccipitalgelenke, der hintere Bogen, die beiderseitigen Proc. cost. verwachsen.

Fig. 5. Die rechte Hälfte des Atlas ist bis auf den Querfortsatz mit dem Occipitale verwachsen; der dorsale Bogen ist offen.

Fig. 6. Der Occipitalwirbel manifestiert sich durch die Proc. paracondyloidei, Proc. basil. sin., Can. hypoglossi duplex sin., Labia post.

Fig. 7. Der Atlas zum Falle Fig. 6.

Fig. 8. Der Occipitalwirbel manifestiert sich hier durch den Proc. paracondyl. sin., den links verschobenen Cond. tertius, die geteilten Can. hypoglossi, den Rest des Can. intrabasilaris.

Fig. 9. Der Atlas zum Falle Fig. 8.

Fig. 10. Der Occipitalwirbel manifestiert sich durch die beiderseitigen Proc. paracondyl., nebst dem ist der Atlas mit dem Hinterhauptsbeine verwachsen und zwar mittels der Atlantooccipitalgelenke und der rechtsseitigen Hälften des ventralen und dorsalen Atlasbogens, von welchen die dorsale die Mittellinie nicht erreicht.

Fig. 11. Der Occipitalwirbel manifestiert sich durch die zu einem Cond. tertius teilweise verwachsenen Proc. basillares.

Fig. 12. Links entspringt dorsolateral vom Condylus ein mächtiger, nach außen und unten geneigter Höcker; er fängt halsartig an, erweitert sich dann und nimmt eine unregelmäßige Zylinderform an; seine Länge beträgt 20 mm, die größte Breite 15 mm; an der unteren Fläche der abgestumpften Spitze ist eine tiefe Gelenksfläche angebracht; hinter dem Halse dieses Proc. paracondyloideus befindet sich die Ausmündung des Can. condyl.

Fig. 13. Proc. paracondyloideus wird links von einem 25 mm hohen Vorsprung gebildet, der abgerundet dreikantig und schief nach außen gerichtet ist; seine Spitze ist von der inneren Seite nach außen und ein wenig medial abgestutzt und hier mit einer ausgehöhlten ovalen (10·6 mm) Fläche versehen; dieser Vorsprung ist um 15 mm länger als der Proc. mastoideus. Rechts befindet sich am äußeren Umfange des For. jugulare ein kleinerer beschädigter Vorsprung.

Sagittale Projektionen und Wachsmodelle, Bezeichnung:

ho = Hypochordalspange des Occipitalwirbels.

co = Körper des Occipitalwirbels.

ha = Hypochordalspange des Atlas.

ea = Körper des Atlas.

ce = „ „ Epistropheus.

c 3 = Körper des 3. Halswirbels.

ch = Chorda dorsalis.

Fig. 14. Embryo 6 mm.

Fig. 15. „ 13.5 „

Fig. 16. „ 14.5 „

Fig. 17. „ 15.3 „

Fig. 18. „ 15.6 „

Fig. 19. Embryo 15.6 mm

Fig. 20. „ 16 „

Fig. 21. „ 17.75 „

Fig. 22. „ 17.75 „

Fig. 23. „ 17.75 „

Fig. 24. „ 20 „

Fig. 25. „ 26 „

Fig. 26. „ 48 „

Fig. 27. „ 48 „

Fig. 28. „ ventrodorsaler Durchmesser des Kopfes 9.5 mm.

Fig. 29. Neugeborenes Kind.

Fig. 30. Neugeborenes Kind.

—

## Literaturverzeichnis.

1. Filatoff D., Die Metamerie des Kopfes von *Emys lutaria*. Morpholog Jahrb. 1908.
2. Kollmann J., Varietäten an der Wirbelsäule des Menschen und ihre Deutung. Verhandl. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. Stuttgart 1906.
3. — Varietäten am Os occipitale, besonders in der Umgebung des For. occip. magn. Ergänzh. z. Anat. Anz. 1905.
4. Froriep A., Über ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1882.
5. — Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. I. Beobachtung. Arch. f. Anat. und Entwicklungsgesch. 1883.
6. — Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. II. Beobachtung. Arch. f. Anat. und Entwicklungsgesch. 1886.
7. — Die occipitalen Urwirbel der Amnioten im Vergleich mit denen der Selachier. Ergänzungsh. z. Anat. Anz. 1905.
8. Fischer E., Das Primordialcranium von *Talpa europaea*. Anat. Hefte. Bd. 17. 1901.
9. Fischel A., Verhandl. d. Gesellsch. d. Naturf. u. Ärzte. (Diskussion.) Stuttgart 1906.
10. Bolk L., Zur Frage der Assimilation des Atlas am Schädel beim Menschen. Anat. Anz. 1906.
11. v. Bardeleben C., Merkel-Bonnet, Ergebnisse. 1906.
12. Bolk L., Über eine Wirbelsäule mit nur sechs Halswirbeln. Morphol. Jahrb. 1902.
13. Kollmann J., Varianten am Os occipitale, besonders in der Umgebung des For. occip. magn. Anat. Anz. 1907.
14. Dwight Th., The diagnosis of anatomical anomalies causing malposition of the head and distortion of the face. Journal of med. research. 1902. (Merkel-Bonnet, Ergebn. 1905.)
15. Swjetschnikow, Über die Assimilation des Atlas und die Manifestation des Occipitalwirbels beim Menschen. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Anat. Abt.) 1906.
16. Gaupp E., Die Metamerie des Schädels. Merkel-Bonnet, Ergebn. 1897.
17. — Alte Probleme und neuere Arbeiten über den Wirbeltierschädel. Merkel-Bonnet, Ergebn. 1901.

18. Gaupp E., Die Entwicklung des Kopfskelettes. Hertwigs Handbuch der Entwicklung der Wirbeltiere. 1906.
  19. Baur G., Über den Proatlas einer Schildkröte. Anat. Anz. 1895.
  20. Weiss A., Die Entwicklung der Wirbelsäule der weißen Ratte, besonders der vordersten Halswirbel. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1901.
  21. Swjetschnikow, Über die Variationen des Occipitalwirbels. Anat. Ana. 1908.
  22. v. Schumacher S., Ein Beitrag zur Frage der Manifestation des Occipitalwirbels. Anat. Anz. 1907.
  23. Schwerz Fr., Über einige Variationen in der Umgebung des For. occip. magn. Anat. Anz. 1908.
  24. Mannu H., Sui rudimenti della vertebra occipitale nel cranio umano. Atti della soc. rom. di anthrop. 1907. Ctbl. f. Anthropol. 1909. (Merkel-Bonnet, Ergebn. 1907.)
  25. Ganfini C., Über einige Gelenkfacetten der Basis occipitalis und ihre Beziehungen zu den Proc. basilares. Monit. zool. ital. 1906. (Merkel-Bonnet, Ergebn. 1906, Waldeyers Jahrb. 1906.)
  26. Giuffrida-Ruggieri, Foramen subtransversarium des Atlas. Monit. zool. 1906. (Merkel-Bonnet, Ergebn. 1906.)
  27. Dixon A. Fr., Some specimens showing indications of the presence of an occipital vertebra. Trans. Royal Acad. Med. Ireland. 24. (Schwalbes Jahresber. 1907.)
  28. Hrdlička A., Anomalous articulation and fusion of the atlas with the occipitale Bonne. Washington Med. Annal. III.
  29. Inhelder A., Mitteilungen über Neurapophysen des „Proatlas“ in der Hinterhauptsschuppe des Menschen. 1910.
  30. Glaesmer Erna, Die Atlanto-Occipital-Synostose. Über ihre pathol. oder morpholog. Ursachen auf Grund eines Weichteilpräparates. Anat. Anz. 1910.
  31. Perna G., Sul canale basilare mediano e sul significato della fossetta faringea dell' osso occipitale. Anat. Anz. 1906.
  32. Hagen W., Die Bildung des Knorpelskelettes beim menschlichen Embryo. Archiv f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1900.
  33. Levi G., Beitrag zum Studium der Entwicklung des knorpeligen Primordialcraniums des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklung. 1900.
  34. — Studi anatomici ed embriologici sull' osso occipitale. Arch. italiano di anat. et di embriol. 1908.
- Gaupp E., Über Entwicklung und Bau der beiden ersten Wirbel und der Kopfgelenke von *Echidua aculeata*, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Kopfgelenke der Amnioten. R. Semon's zool. Forschungsreisen. 1907. (Schwalbes Jahrb. 1906.)
- (Ältere Literaturangaben findet man in den Arbeiten von Kollmann, Swjetschnikow und Levi; die im Verzeichnisse nicht speziell angeführten Autoren sind nach den hier aufgezählten Arbeiten zitiert.)

# Der böhmische Pfahl von Furth im Walde bis Ronsperg.

Von

**RUDOLF SOKOL** (Pilsen).

(Mit 9 Abbildungen.)

Vorgelegt am 27. Juni 1911.

Der mächtige Quarzzug, der im O den Böhmischen Wald begrenzt, wurde zuerst von Hochstetter<sup>1)</sup> beschrieben, der in ihm eine dem bayerischen Pfahle analoge Bildung erkannte. Er schildert ihn bei Pec (Hochofen), Neu-Gramatin, Schüttwa (w. von Ronsperg) und weiter nördlich bis zu Hals ( $5\frac{1}{2}$  km n.-w. von Tachau). Die Beschreibung des Pfahles gegen S gibt er nach den Notizen von G ü m b e l „Vom Punkte am Stein (s.-ö. von Hochofen) verläuft der Pfahl zwischen Böhmischkubitz und Unter-Vollmau und verläßt nahe bei Furth i. W. zwischen Plassendorf und Ober-Vollmau etwa beim 30. Grenzstein das böhmische Gebiet.“ „Von da an setzt er mitten im Hornblendegestein über die höchste Kuppe des Diebergs in die Ebene von Furth i. W., in welcher alluviale Überdeckung den Zug öfter unterbricht.“ Weiter wurde der Pfahl von G ü m b e l im S. von Groß-Rappendorf und am Hohen-Bogen von neuem beobachtet, wo er endlich als massiger und schiefriger Quarzit ins Gebiet des Glimmerschiefers übertritt, um auf dem böhmischen Gebiete bis zum Zwergeck und Seewandberg reichend zu enden. Da der böhmische Pfahl dieselbe Lagerung (Streichen fast S — N, Fallen steil nach Böhmen) wie die Nachbargesteine des Böhmischen Waldes aufweist und bis auf einige Ausnahmen eine Grenze zwischen dem westlich gelegenen Gneise und den östlich auftretenden Hornblendegesteinen bildet, liefert er nach Hochstetter einen direkten Beweis für die Richtigkeit der Ansicht, daß „die ganze Hornblendegesteinszone im nördlichen Böhmerwalde das Äquivalent für Glimmerschiefer ist.“ „Dieselbe Gesteinszone, die sich im südlichen Gebirge am Osser als Glimmerschiefer ausgebildet hat, wurde im nördlichen Gebirge zu Hornblendegestein, und das unterste liegende Glied beider gleichzeitiger Formationen ist durch großen Quarzreichtum charakterisiert, der einerseits als Quarzit, anderseits als Quarzfels auftritt.“

<sup>1)</sup> Dr. Ferd. Hochstetter: *Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde*. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien, 1855, Jg. 6, S. 769 ff., 772, 774.

G ü m b e l sucht in seinem großen Werke<sup>2)</sup> den Anfang des böhmischen Pfahles auf dem Hohen-Bogen, aber in seiner geognostischen Karte 1 : 1,000.000 führt er ihn sehr richtig erst aus einem 3 km östlich von Furth i. W. gelegenen Punkt.

K r e j č í<sup>3)</sup> verfolgt unseren Pfahl von Hals noch weiter gegen Norden bis ins Fichtelgebirge und hält ihn für die Ausfüllung einer Kluft, längs welcher das Gneisgebirge im W. emporgehoben wurde. K a t z e r<sup>4)</sup> hebt ausdrücklich hervor, daß der Pfahl kein Lager (Horizont) darstellt, da er an verschiedenen Orten von den Nebengesteinen überschritten wird; es treten Hornblendegesteine gegen W. ins Gneisterrain über. Der Pfahl stellt demnach einen Gang dar.

F. E. S u e s s<sup>5)</sup> hält den Pfahl auch für die Ausfüllung einer länglichen Gebirgskluft und den Vorgang, der sich bei der Entstehung des Pfahles abspielte, erklärt er durch dynamische Metamorphose und durch Sekrezion des Quarzes aus Nebengestein im Sinne L e h m a n n s. R e i n i s c h<sup>6)</sup> sieht im böhmischen Pfahle ein dem bayerischen Pfahle analoges Gebilde. In der Nachbarschaft von beiden sollen typische „Pfahlschiefer“, die deutliche Merkmale des Gebirgsdruckes zeigen, anstehen.

Nach K. S c h n e i d e r<sup>7)</sup> stellen der böhmische und der bayerische Pfahl tektonische Grenzen des nördlichen Böhmerwaldes dar, der sich damit und auch durch seine im Vergleich mit dem südlichen Böhmerwalde, der „Šumava“, veränderte Schichtenlage als eine eingekeilte Gebirgsscholle, zugleich als ein Bindeglied zwischen dem böhmischen Massiv und dem im N gelegenen varistischen Gebirgsbogen verrät. P u f f e r<sup>8)</sup> beschreibt die Stellen, wo der Pfahl von den Wasserläufen durchbrochen ist, und will klarstellen, daß alle solche Erscheinungen epigenetisch sind und nur durch eine ehemalige Kreidebedeckung des Böhmerwaldes sich erklären lassen. Besonders spricht P u f f e r von dem Rappendorfer Bache und der Chodenschlosser „Čerchovka“, die große Durchbrüche im Pfahle auswühlten.

Einen kleinen Teil des Pfahles (3½ km) untersuchte der Autor schon vor einigen Jahren<sup>9)</sup> und stellte fest, daß in der Umgebung von

<sup>2)</sup> Dr. K. W. von G ü m b e l, *Geologie von Bayern*, II, 1894, S. 441.

<sup>3)</sup> K r e j č í, *Geologie*, 1877, S. 301 ff.

<sup>4)</sup> K a t z e r, *Geologie von Böhmen*, 1891, 2. Aufl. 1902, S. 231 ff.

<sup>5)</sup> F. E. S u e s s, *Bau und Bild der böhmischen Masse*, 1903, S. 79 ff.

<sup>6)</sup> R. R e i n i s c h, *Entstehung und Bau der deutschen Mittelgebirge*, 1910, S. 17.

<sup>7)</sup> K. S c h n e i d e r, *Zur Orographie und Morphologie Böhmens*, 1908, S. 2 ff.

<sup>8)</sup> Lorenz P u f f e r, *Der Böhmerwald und sein Verhältnis zur mittelböhmischen Rumpffläche*. Geogr. Jahresbericht aus Oester. 1910, S. 145.

<sup>9)</sup> R. S o k o l, *Okolí České Kubic. Studie geologická*. Verhandl. d. böhmischen Kaiser Franz Josefs-Akademie d. Wiss., Prag 1910, II. Kl., N. 25, S. 5 ff. Siehe auch ein deutsches Resumé: *Die Umgebung von Česká Kubic. Ein Beitrag zur Kenntnis des böhmisch-bayerischen Grenzgebirges*. (Bulletin intern. de l'Académie des Sciences de Bohême, 1910.)

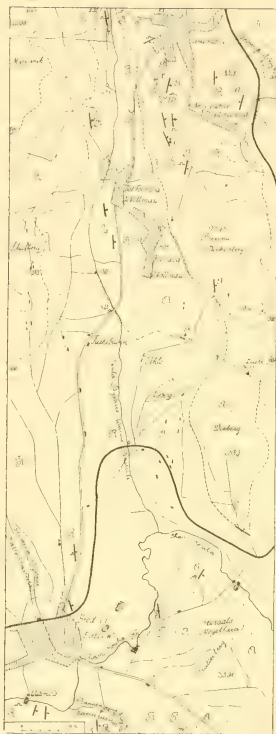


Fig. 1. Der böhmische Pfahl bei Furth i. W. und bei Vollmau. Zeichenerklärung (auch für die folgenden Kartenskizzen): A Amphibolgesteine, G Granit und granitähnliche Gesteine, P Pfahl und größere Quarzvorkommen, R Gneis. Deutliche Pfahlquarzausbisse sind dichter punktiert, Alluvium ist nicht verzeichnet.

Česká Kubice (Böhmisch-Kubitz) die Linie des Pfahles anscheinend zerrissen ist. Für die Genesis des Pfahles suchte er einen hydrochemischen, in der Tiefe vor sich gehenden Metamorphismus zu behaupten. Hier sollen nun die weiteren, das südliche Drittel des böhmischen Pfahles und zwar nur den eigentlichen Pfahlquarz von Ober-Rappendorf bei Furth i. W. bis Schüttwa bei Ronspurg betreffenden Untersuchungen kurz angeführt werden.

\* \* \*

Im allgemeinen herrscht in den Gesteinen des Pfahles daselbst eine *durchgreifende Gleichförmigkeit*, so daß ein Stück des typischen Pfahlquarzes auf den ersten Blick vom Quarze anderen Ursprungs zu unterscheiden ist. Die Leitmerkmale sind: das Quarzgeader, die Hohlräume mit winzigen Drusen und die in pulverige weiße, rötliche oder grünliche Masse zerfallenen Butzen. Zu dieser Einheitlichkeit in betreff der Zusammensetzung gesellt sich die *Gleichförmigkeit der Lagerung*, die stets mit der der Nachbargesteine mehr oder weniger parallel ist. Dieselbe gibt sich leider nur in der Zerklüftung kund, den Pfahl bei Furth i. W. und bei Schüttwa (Sitboř) ausgenommen, wo eine deutliche Schichtung sich erkennen läßt. Das *Streichen* ist bei Furth i. W. N 11° W, bei Kneipps-Bach N 2°—4° W, auf „Dlažba“ N 23° W, bei Pec (Hochofen) N 5°—8° W, einmal auch N 3° O, bei Chodov (Meigelschhof) N 18°—30° W, zwischen Starý Postřekov (Alt-Possigkau) und Neu-Gramatin (Kramolín) N 11° O, bei Neu-Gramatin



N 18°—44° W, bei Schüttwa N 10°—14° W, nördlicher N 20°—30° W. Das *Fallen* der ebenflächigen Klüfte und Schichten ist fast immer steil: bei Furth i. W. 68° W, bei Kneipps-Bach 67°—90° O, auf „Dlažba“ 79° O, bei Pec 68°—71° O, Chodov 60°—62° O, zwischen Starý Postřekov und Neu-Gramatin 74° O, bei Neu-Gramatin 42°—65° W, bei Schüttwa 57°—86° O, nördlicher 67°—86° O.

Der Umstand, daß bei Furth i. W. und bei Neu-Gramatin die Schichten nach W einfallen, dürfte man mit *Weber*,<sup>10)</sup> der ähnliche von *Gümbel* beschriebene Erscheinung an dem bayerischen Pfahl zu erklären suchte, in dem Sinne deuten, daß nach eingetretenem Bruche, dessen Ausfüllung der Pfahl vorstellt, an der Verwerfungsstelle die beiden Lippen irgendwie gegeneinander bewegt wurden; und zwar an verschiedenen Stellen in verschiedenem Sinne.

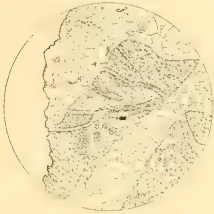


Fig. 2. Der Pfahlquarzit aus dem Schotterbruche auf dem Blätterberge bei Furth i. W. In einem Quarzgeader liegen scharfkantige, feinkörnige Breckienbildungen aus Quarz, Glimmer und Kaolinit. Vergr. 18.

In der Umgebung von *Furth i. W.* (Fig. 1) tritt der böhmische Pfahl deutlich zu Tage etwa 2 km im SO von der Stadt zwischen der Landstraße Furth-Eschelkamm und der Straße Furth-Ober-Rappendorf auf dem südwestlichen Abhang des Blätterberges (508 m). Ein verfallener Schotterbruch bietet wenig frisches Material. Weiße, gelbliche und rötliche Flecken darin sind durch feine, aber auch größere Adern des krystallinischen Quarzes getrennt. Die Flecken sind offenbar Reste eines ursprünglichen, ganz veränderten Gesteins. Sie enthalten hie und da kleine, nur einige mm große, öfter aber mikro-

skopische Hohlräume von einem viereckigen, polygonalen oder runden Umriss. Auf frischen Bruchflächen verkleinert sich die Zahl der Hohlräume, da dieselben mit weißem, dem Kaolinit (Steinmark) ähnlichen Mehl oder mit rostigem Pulver ausgefüllt sind. Man wird versucht zu glauben, daß diese letzteren einen Rest von Amphibolkryställchen, die ersteren von Feldspaten darstellen.

Weiter zieht der Pfahl gegen NNW fort und ist im großen Schotterbruche auf dem linken Ufer des Cham-Baches unweit vom Höhenpunkt 397 erschlossen. Die Quarzitlagen wechseln mit anderen, die sehr wenig verkieselt oder sogar ganz in eine steinmarkähnliche Substanz verwandelt sind. Sie weisen insgesamt eine veränderliche Streichungsrichtung, in der Mitte N 11° W auf. In der südlichen Ecke des Schotterbruches läßt sich

<sup>10)</sup> Dr. M. Weber, *Das geologische Profil Waldkirchen-Neureichenau-Haidmühl*. Geogn. Jahreshefte, 1909, XXII, S. 318.

auf einer von O gegen W ziehenden und fast senkrechten Wand der krumme Verlauf der Quarzlagen besonders schön beobachten. Dieselben zeigen ein schroffes, gegen W gerichtetes Fallen (etwa  $68^\circ$ ), sind bis über 1 dm mächtig, verästeln sich, um sich wieder bald zu vereinen und hüllen linsenförmige, zersetzte Partien ein. Viele von den Quarzlagen sind zerstückelt und die Stücke gegen das Tal geschoben, was durch Gleiten längs des Bergabhanges zu erklären ist. Im allgemeinen besteht das Gestein aus farblosem, weißlichen und bräunlich rötlichen Quarz, welcher weit mehr pulverige Masse enthält, als sonst im Pfahle zu beobachten ist. Reguläre Hohlräume nach Pyrit und solche nach Feldspaten finden sich ziemlich selten. Das gilt auch von den bis 3 mm großen Muskovitblättchen.

U. d. M. (Fig. 2) stellt sich dem Auge ein ähnliches Netz von Quarzadern dar, welches schon makroskopisch im Schotterbruche in großem Maßstabe zu sehen ist. Die Adern sind meistens gerade, selten gewellt. Das letztere beobachtet man besonders in den seltenen graugrünen Stücken. Die Quarze in den Adern löschen nicht ganz regelmäßig aus und weisen gerade Grenzen auf. Durch diese Adern ist das Gestein in scharfkantige Partien geteilt, die mit einem feinkörnigen Quarz- oder Glimmer-Mosaik erfüllt sind. Der Glimmer besteht aus winzigen Schüppchen, die z. T. dem farblosen Sericit, z. T. aber einem schwach grünlichen, einen geringen Pleochroismus ins Bräunliche ( $\parallel 001$ ) zeigenden Glimmer (ergrünem Biotit?) angehören. Es ist aber gewiß auch eine dem Kaolinit ähnliche Masse vorhanden, da einzelne Schüppchen auch in dicken Dünnschliffen ihre grauen Polarisationsfarben behalten und durch die Kobaltprobe blau gefärbt werden. Durch die Methylviolettlösung (ohne vorheriges Ätzen mit Fluorwasserstoff<sup>11)</sup>) färben sich viele feinkörnige Gemengteile, nach dem Ätzen aber und nach der wiederholten Benützung desselben Farbstoffs (Beck'sche Methode) verändert sich das Bild nur insoweit, als die Intensität der Färbung wächst, oder höchstens die Farbe in feine Spalten zwischen den Quarzen dringt. Auch wird noch hier und da ein Glimmerschüppchen gefärbt, das früher durch das feinste Quarzhäutchen geschützt wurde. Es folgt daraus, daß in der pulverigen Masse des Pfahlquarzites keine frischen Feldspate in den Mosaikbildungen vorhanden sind. Vielmehr macht der Quarzit den Eindruck eines durchaus umgewandelten Gesteins, und zwar teilweise durch den Vorgang, der sich bei der Entstehung der Kaolinitlager aus Granit abspielt, teilweise auf die Art und Weise, wie sich aus Tonschiefern Quarzitschiefer entwickeln, die ähnliche Quarzadern und gleiche feinkörnige Mosaikbildungen aufweisen.

Verbindet man die beiden erwähnten Schotterbrüche mit einer Linie und verlängert dieselbe bis zum Warme-Bastritz-Bach, so trifft man dort eine Mühle, zu der ein eingeschnittener Feldweg vom Orte Dieberg führt.

<sup>11)</sup> cfr. R. Sokol, *Über die Methoden, einzelne Bestandteile einer feinkörnigen Grundmasse im Dünnschliffe zu unterscheiden*. Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1911, N. 9 S. 276 ff.

An diesem Wege tritt wieder der Pfahl zu Tage. Da sich in derselben Richtung 4 km im N auf dem rechten Ufer der Warmen-Bastritz die erste deutliche Spur des Pfahles in Böhmen kund macht, darf man die Linie des Pfahles keineswegs über die Anhöhen im O, sondern durch das Warme-Bastritz-Tal führen. Auf der Suche nach den Gründen, welche Hochstetter (richtiger Gumbel) bewogen, dieselbe Linie in der Richtung: Skála-Berg bei Česká Kubice (593 m), Spitzberg (595 m), Waldwiesen (519 m), Luster (Grenzstein N. 30) und Gipfel des Dieberges 639 m) zu ziehen, fand ich überall verschieden mächtige Quarzlagen und Quarzfeldspatlagen, die entweder im Gneis oder im Amphibolitschiefer vorkommen und oft in großen Blöcken (im SO des Dieberges, nördlich des Höhenpunktes 575 bei Česká Kubice, an der Grenze und zwar 13 Schritt westlich vom Grenzstein N. 30 ein 70 cm langer, isolierter gelber Quarzblock) anstehen. Diese Funde lassen sich aber nicht mit der Linie des Pfahles gut vereinen.

Die bereits erwähnte erste deutliche Spur des Pfahles in Böhmen sieht man im W von Česká Kubice. Dort tritt der Pfahl deutlich in einer bis 4 m hohen und 150 m langen Mauer hervor und zwar auf dem rechten Ufer der Warmen-Bastritz längs des künstlichen, mit der Warmen-

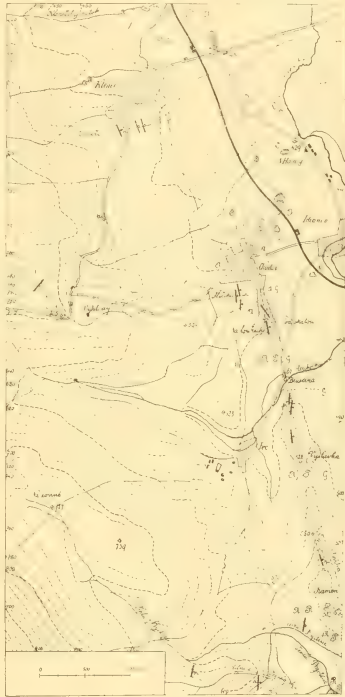


Fig. 3. Der böhmische Pfahl bei Pec, Chodov und Kleneč. Zeichen wie in Fig. 1.

Bastritz parallelen Kneipps-Baches. Er weicht anscheinend dem Skála-Berge (593 m) aus und folgt der in der geologischen Spezialkarte 8—VIII verzeichneten Grenze zwischen dem Gneis und dem Amphibolitschiefer. Im W des Skála-Berges lassen sich seine Spuren in Lesesteinen (auf der östlichen Grenze der Jandovská-Wiese) feststellen. Dann bildet er den Kern des mächtigen Kammes „Kámen“ (Am Stein, Sp.-K.) und zieht über die Punkte 550 und 528 (Fig. 3.) weiter gegen Pec und Chodov fort. Zwischen Chodov und Starý Postřekov verschwindet der Pfahl ganz und seine Linie läßt sich unter den mächtigen Alluvionen des breiten Tales kaum bestimmen, doch ist er im O von Kleneč zwischen dem 10. und 11. Bahnstein der neuen Eisenbahn ganz sicher anwesend, da dort wiederholt in Gruben typischer Pfahlschotter gewonnen wurde.

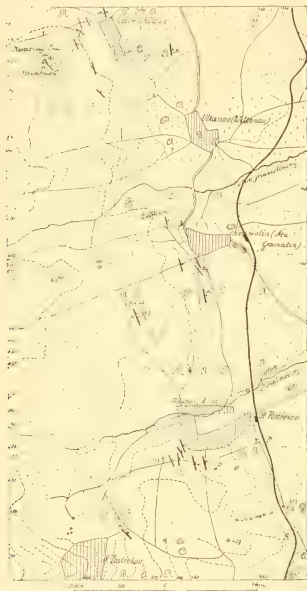


Fig. 4. Der böhmische Pfahl bei Starý Postřekov, Neu-Gramatin (Kramolín), Wilkenau (Vlkanov) und Schüttwa (Šitboř). Zeichen wie in Fig. 1.

Auch nördlich von Starý Postřekov ist die Linie des Pfahles auf der Spezialkarte (8—VII) ein wenig zu korrigieren. Derselbe geht (Fig. 4) über die beiden im S von Neu-Gramatin aufragenden Gipfel fort, biegt gegen NW bis zu der Isohypse 500 m ein und hat von Starý Postřekov bis Schüttwa eine ansehnliche Breite von 200 m, da er z. B. in Neu-Gramatin bis an die Bahnstrecke (möglicherweise noch weiter) heranreicht.

Ein *Wechsellager* mit Amphibolitschiefer läßt sich bei Česká Kubice, Pec, Chodov,

Starý Postřekov und Schüttwa feststellen. Relativ dünne Lagen von Amphibolitschiefer sind dorten im W des Pfahles oder in seiner Mitte zu beobachten. Von diesen führt die Spezialkarte nur das größte Vorkommen bei Chodov an. Der dünne, auf der Spezialkarte verzeichnete Streifen des Amphibolitschiefers im W des Pfahles bei Schüttwa existiert

nicht, da nur glimmerschieferähnlicher Gneis auf dieser Stelle vorkommt, wie schon Hochstetter<sup>12)</sup> richtig erkannte.

In der Umgebung von *Česká Kubice* ist das brekzienartige Pfahlgestein wie bei Furth i. W. von Quarzadern durchdrungen (Fig. 5), welche reichliche Krystalldrusen führen. Es kommen manche Stücke vor, die sehr an den weißen Pfahlquarz von Weißenstein in Bayern erinnern. Die Spuren von einer kaolinitartigen Masse, in die der Feldspat übergegangen ist, sind hier weniger zahlreich als bei Furth i. W. Was am meisten diesen Teil des Pfahles kennzeichnet, ist der Reichtum an Pyrit, der zwar gewöhnlich verwittert ist, aber hie und da (im Schotterbruche auf „Dlažba“ und beim Kneipps-Bache) doch frisch und glitzernd das Gestein in großer Menge erfüllt. Die Krystalle sind meist klein, höchstens 2 mm im Durchmesser, und bedecken die Spaltflächen wie ein goldener Staub. Im Schotterbruche auf „Dlažba“ findet sich sporadisch auch ein Dattelquarzit vor (Fig. 6). In einer kieselreichen und gelblichen Grundmasse enthält derselbe ein im Durchmesser 2 cm großes, aber auch größeres, gerundetes oder gepreßtes Quarzgerölle eingebettet, dessen Oberfläche sehr fein granuliert ist. Viele von diesen Steinchen sind mit sanft rinnenförmig vertieften Eindrücken versehen, andere zeigen eine fast scharfe Kante, in welcher sich zwei gerundete Flächen schneiden, was alles kaum anders als Pressionsprodukt zu deuten ist. Es sind auch kleine, mit winzigen Quarzdrusen gezielte Hohlräume vorhanden, die in der Größe und äußeren Form mit dem Quarzgerölle völlig übereinstimmen. Der Fund dieses Dattelquarzits beweist ohne Zweifel, daß ein Teil der Pfahlgesteine ursprünglich sedimentär ist.



Fig. 6. Dattelquarzit aus dem Schotterbruche auf „Dlažba“. Oben drei runde Steinchen, in der Mitte ein auf gerundeten Wänden mit Quarzkryställchen gezielter Hohlraum, rechts eine schalenartig vertiefte Fläche nach einem abgefallenen Gerölle. Grünliche, pelitische Partien sind punktiert.

Verkl.  $\frac{1}{2}$ .



Fig. 5. Das Gestein aus dem Schotterbruche auf „Dlažba“. Die mit drüsigen Hohlräumen gezierten Quarzadern beherbergen Stücke von ursprünglichem Muttergestein, das viele ausgewitterte Pyritkrystalle umschließt. In dem unverwitterten Kern (oben) erhielt sich frischer, glänzender Pyrit in Würfeln. (Die Hohlräume schwarz, das Muttergestein punktiert, sein unverwitterter Teil mit einer gestrichelten Kontur versehen, das übrige Quarz). Verkl.  $\frac{1}{4}$ .

<sup>12)</sup> I. c. S. 756.

U. d. M. gewährt man wieder ein ähnliches Bild wie bei Furth i. W. In den Quarzadern aber findet sich häufig idiomorpher Pyrit, häufiger noch ist er in den brekzienartigen Mosaikbildungen vorhanden. Auch läßt sich Apatit in Körnern und Säulchen (bis 0.02 mm), Chlorit, grünlicher Glimmer (0.07 mm und mehr) in Fetzchen und Leistchen, ausnahmsweise ein sechseitiges Blättchen von gelblichem Biotit (0.02 mm) feststellen. Mit Quarz- und Glimmermosaik sind auch scharfkantige polygonale, viereckige und fünfeckige Formen ausgefüllt, die gewiß eine Verdrängungspseudomorphose nach verschiedenen Krystallen darstellen. Selten sind Andeutungen einer früheren Lentikulartextur und ganz verwitterte Reste eines weißen Feldspates zu entdecken, welcher viel Quarz-Infiltration längs der Lamellen enthält. Auch läßt sich bisweilen eine Andeutung von Gitterstruktur im Quarzmosaik beobachten. Mancher weiße und rosafarbige Quarzit zeigt ausgesprochene Spuren einer dynamischen Tätigkeit. Sericitfasern erweitern sich und dehnen sich wieder als feinste Fäden aus. In ihrer Umgebung sieht man verschieden geformte Quarze. Auf der einen Seite sind dieselben fast pflasterförmig, auf der anderen aber sind sie zusammengepreßt, mit Sericit vollgepfropft und löschen stark undulös aus. Doch ist diese Erscheinung im Pfahle ziemlich selten. Man darf keine allgemeineren genetischen Folgerungen daraus ziehen.

Den Quarzit von Česká Kubice benutzte ich zur Bestimmung der Dichte, da er am frischesten ist.

Nro.	Das Gestein	Die Dichte
1.	Die Quarzdruse .....	2.630
2.	Der fast reine Quarz mit spärlicher weißer, pulveriger Masse .....	2.634
3.	Die rote, abbröckelnde Masse mit weißen Quarzadern ..	2.651
4.	Roter und weißer, ziemlich frischer Quarzit mit deutlichen Spuren des Feldspats .....	2.672
5.	Ähnlicher Quarzit aber ohne Spuren des Feldspats ..	2.672
6.	Der rote Quarzit ohne makroskopische Quarzadern ..	2.690
7.	Der Quarzit mit Pyrit und reichen Hohlräumen nach Pyrit .....	2.697

Mit dem unter 4 angeführten Quarzit angefangen zeigt das Gestein eine größere Dichte als die des Quarzes, da es bereits schwere Minerale (Glimmer, Chlorit, Apatit, Pyrit) enthält. Durch die qualitative mikrochemische Analyse (nach Bořickýs Methode) läßt sich gut viel Na und Ca, wenig Mg und K nachweisen.

Bei Pec zeigt der Quarzit auf zwei Stellen eine grüne, an Serpentin erinnernde Farbe und enthält eine Menge von ausgewittertem Pyrit. Sowohl

in den Quarzadern als auch in dem Mosaik der brekzienartigen Bildungen finden sich häufig Chlorits Häppchen (Fig. 7), die oft eine gewunden und gebogen säulenförmige Form annehmen. Sie besitzen einen lebhaften Pleochroismus (die Schnitte senkrecht zur Basis:  $\perp$  001 gelb,  $\parallel$  001 grün; die Basisschnitte:  $\parallel$  mit einer Kante des sechseitigen Umrisses blaugrün,  $\perp$  dazu gelbgrün), sie zeigen eine indigoblaue Polarisationsfarbe und sind optisch positiv. Die Feldspate sehen alt aus, doch sind auch solche zum Albit



Fig. 7. Der Quarzit bei Pec. In einer Quarzader ist Chlorit eingeschlossen. Vergr. 280.

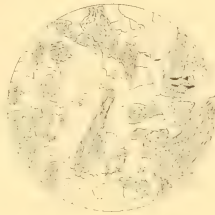


Fig. 8. Der grüne Quarzit aus dem Schotterbruche bei Chodov. In einem Quarzmosaik sind gerundete, keulenförmige und klappte Partien eines feinschuppigen Glimmers aufbewahrt. Vergr. 50.

angehörenden vorhanden, die frisch sind, wenig Einschlüsse beherbergen und sich als Neubildungen verraten, umso mehr als ihre Einschlüsse nicht stets in der Richtung der Lamellen liegen.<sup>13)</sup> Die Feldspate und Quarze der Mosaikbildungen zeigen eine undulöse Auslöschung. Ob hier als Muttergestein des Pfahlquarzites ein Amphibolitschiefer vorliegt, mag zur Zeit noch dahingestellt bleiben.

Bei Chodov sind im Quarzmosaik eines grünlichen Quarzites scharf begrenzte elliptische, eirunde, keulenförmige und kappige Partien (Fig. 8) vorhanden, die aus kleinsten Glimmerschüppchen und Fetzen (kaum 0.006 mm) bestehen. Mikrochemisch (nach Behrens)<sup>14)</sup> wurden daselbst *K*, *Mg*, wenig *Ca*, *Na* und *Fe* gefunden. Das spricht für die Anwesenheit von Muskovit (Sericit) und Talk. Die weißen Quarzite ergaben mikrochemisch viel *K*, *Al*, *Fe'''*, genug *Na*, etwas *Fe''*. Die roten Quarzite enthalten viel *K*. Weiße, fein zerbröckelte Stücke weisen viel *Ca*, genug *Mg* und etwas *Na* auf. Die große Menge von *Ca* läßt die Vermutung aufkommen, daß als Muttergestein ein dem Gabbro ähnliches Gestein mit basischem Feldspat figurierte.

<sup>13)</sup> cfr. Rosenbusch, *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine*, 1905, I, 2; S. 372.

<sup>14)</sup> H. Behrens, *Anleitung zur mikrochemischen Analyse*, 1895.

Bei *Neu-Gramatin* fand der Verfasser eine schneeweiße, einige *cm* mächtige, mit der Hauptklüft parallele (Streichen N 22° W, Fallen 42° W) wasserleitende Schicht vor. Dieselbe besteht aus farblosem Quarzsand und weißem Pulver, leuchtet in der Hitze und färbt sich mit der Kobaltlösung blau, obzwar ein roter Farbenton dabei zu merken ist. Man ist versucht zu glauben, daß dieselbe aus zersetzten Amphibolitgesteinen hervorgegangen und durch Wasser hierher gebracht worden ist.<sup>15)</sup> Eine weite Verbreitung besitzt ein löcheriger, ja sogar schwammartiger, von einer inneren Ausleerung zeugender Quarzit. Er enthält Hohlräume etwa 1 *cm* i. D., gewöhnlich aber sind dieselben kleiner, auch nur mikroskopisch. Ihr Durchschnitt ist nicht regulär wie bei Pec, sondern eng rechteckig, trapezoëdrisch oder unregelmäßig. Dieselben machen den Eindruck, daß sie früher mit porphyrischer Feldspatsubstanz erfüllt waren. An den Klüften zeichnen sich überall zierliche Überzüge des Wads und dringen auch in die drusigen Hohlräume der Quarzadern ein. Es gibt auch schwarze Quarzite, die von Psilomelan durchdrungen sind und eine Dichte 2.64 aufweisen. Der Psilomelan schließt nicht nur die Quarzadern, sondern auch die brekzienartigen Bildungen mit Quarz- und Glimmermosaik in sich ein. Bisweilen sind die Quarzadern anscheinend durch den nach der vollständigen Verkieselung des Pfahles einsetzenden Gebirgsdruck zerissen.

Auch bei *Schüttwa* kommt das löcherige Gestein vor, die Hohlräume sind hier noch ansehnlicher bis einige *cm* i. D. In dieselben ragen papierdünne, einander parallele oder unter rechtem Winkel schneidende Quarzlamellen ein, die samt den Wänden der Hohlräume mit wasserhellen, winzigen Krystalldrüsen bedeckt sind. Da neben den Hohlräumen im Gestein noch ebensogroße, mit einer pulverigen, weißen, auch rötlichen und dann mehr kompakten, oder endlich grünlichen und wachsähnlichen Masse gefüllte und mit Quarzlamellen versehene Einschlüsse enthalten sind, liegt die Vermutung nahe, daß die Hohlräume früher mit einer ebensolchen Substanz ausgefüllt waren. Durch das durchsickernde Wasser mutmaßlich wurden dieselben ihres Inhaltes beraubt und die Quarzlamellen stellen nur eine wässerige Quarzinfiltation längs der Spaltungsflächen (in Feldspaten?) dar. Einzelne Hohlräume sind schon fast mit den Quarzdrüsen vollgepfropft und lassen auch den Vorgang ahnen, wie die Quarzadern und Quarzlagen entstanden. Man muß ein Agens suchen, das alle Gesteinsgemengteile, den Quarz ausgenommen, fortzubringen und an ihrer Stelle den sekundären Quarz einzusetzen vermochte. — In der Nähe des Dorfes sind auch Quarzite zu finden, die sehr an einen dünnstreifigen bis dünnflaserigen Gneis erinnern und auf den Schichtflächen winzige Muskovite und gebleichte Biotite führen. Psilomelan hat daselbst schon Zippe<sup>16)</sup>

<sup>15)</sup> cfr. J. Uhlig, *Die Gruppe der Flasergebirgs im sächsischen Mittelgebirge*. Z. d. d. Geol. Ges., 59, 1907, S. 46 ff.

<sup>16)</sup> *Verhandlungen der vaterl. Gesellschaft des böhm. Museums*, 1840, S. 45.



gefunden. Öfter als irgendwo findet man Steine, die makroskopisch wie reiner Quarz aussehen. U. d. M. (Fig. 9) kann man sehr genau beobachten, welche Fortschritte die Verkieselung machte. Das Mosaik der brekzienartigen Bildungen besteht fast nur aus Quarz, nur stellenweise erscheinen Schüppchen, die sich mit Methylviolettlösung färben, noch seltener kommt ein Mosaik vor, welches überall diese Farbe annimmt. Dasselbe Mosaik pflegt einen viereckigen Umriß zu haben, der dem Durch-



Fig. 9. Ein vollständig verkieseltes Gestein aus dem Schotterbruche bei Schüttwa. Das feine Mosaik der brekzienartigen Bildungen ist fast nur aus Quarz, die Glimmerschüppchen sind selten. Vergr. 58.

schnitte der mehr oder weniger idiomorphen und durch Quarzadern sekundär zerstückelten Feldspate ähnlich ist. Die mikrolithischen Einschlüsse sind in den Quarzen der Adern ebenso häufig wie sonst im Pfahle, aber die Quarze selbst besitzen eine mehr lappige Kontur. Die Quarze der brekzienartigen Mosaik sind entschieden lappig. Bei gekreuzten Nikols wechselt das Licht mit der Dunkelheit anscheinend ohne scharfe Grenze, als wenn das Mosaik eine auch in den dünnsten Dünnschliffen einheitliche, undulös auslöschende Masse darstellte. Bei einer vorsichtigen Bewegung des Tubus läßt sich aber immer eine scharfe, lappige als Zickzack-Linie geformte Grenze auffinden.

\* \* \*

Aus dem vorhergehenden folgt, daß das Muttergestein des Pfahl-Quarzites nicht überall dasselbe ist, sondern daß mehrere Gesteine der Metamorphose anheimfielen. Doch wird sich der Tatbestand erst bei der Durchforschung der Kontaktgesteine ganz präzise sicherstellen lassen. Die Autoren, die sich mit der Erforschung des bayerischen Pfahles befaßten, gingen gerade von diesen Kontaktgesteinen, den sogenannten Pfahlschiefern, aus und gelangten zu widersprechenden Ansichten über die Genesis des Pfahlquarzes. *Lehmann*<sup>17)</sup> sucht ihn durch Sekrezion der Kieselsäure während der Dynamometamorphose aus dem Nebengestein, *Weber*<sup>18)</sup> durch schmelzflüssige Kieselsäureinjektion aus der Tiefe zu erklären.<sup>19)</sup> Da im böhmischen Pfahle die Pfahlschiefer fast durchwegs

<sup>17)</sup> *Lehmann*, *Untersuchungen über die Entstehung der krystallinischen Schiefergesteine mit besonderer Bezugnahme auf das sächsische Granulitgebirge, Erzgebirge, Fichtelgebirge und bayrisch-böhmische Grenzgebirge*, Bonn 1884, S. 187.

<sup>18)</sup> *Dr. M. Weber: Studien an den Pfahlschiefern*. Geogn. Jahreshfte 1910, XXIII, S. 11.

<sup>19)</sup> Ebensolche Ansicht spricht auch *A. Ries* in *Mayr's Morphologie des Böhmerwaldes* (1910, S. 24) aus.

fehlen und folglich bei der Entstehung des Pfahles keine Hauptrolle spielen konnten, schlug der Autor einen gerade umgekehrten Weg vom „Pfahlquarz“ zum Nebengestein ein.

Die überraschende und vom Autor von neuem festgestellte Parallelität der Lagerung des Pfahles und des Nebengesteins einerseits und ihr beiderseitiges Wechsellagern andererseits scheinen die alte Konzeption Hochstetters zu bekräftigen, daß alle äquivalent sind und daß folglich *der Pfahl (richtiger das Muttergestein des Pfahles) hauptsächlich nur eine Varietät der Gneise und der Amphibolitgesteine darstellt.*

Er liegt an der Grenze des sauren und basischen Teiles, in welche sich infolge der Schlierenbildung das ursprünglich einheitliche Magma des Böhmerwaldes wahrscheinlich trennte. Diese Grenze wurde ohne Zweifel von den tektonischen Kräften am stärksten bearbeitet. Die Durchforschung des Pfahles gewährt nichts Näheres über die Qualität und das Alter der erlittenen Bewegungen. Es ist sogar möglich, daß keine relative Bewegung der angrenzenden Gebirgsschollen stattfand, sondern daß nur durch eine Zerstückelung des oft grobkörnigen Gesteins in der Linie des Pfahles ein reiches Netz von feinen und gröberen klaffenden Spalten<sup>20)</sup> entstand, die von den zirkulierenden Gewässern benutzt wurden. Ich glaube kaum, daß hier die sickernden Tagesgewässer im Spiele wären. Eher war es *das aus der Tiefe emporquellende, mit Kieselsäure beladene Wasser einer Thermalinie* (der hydrochemische, in der Tiefe vor sich gehende Metamorphismus). Durch Tagesgewässer würde ohne Zweifel wie bei Tachau<sup>21)</sup> der fette Ton mit tonigem Eisenocker, Leberopalen, Jaspopal, Hornsteinen und einzelnen Magnesitknollen zwischen den Trümmern aller anstehenden Gebirgsarten teils in eckigen frisch erhaltenen Stücken, teils zersetzt entstanden sein.

Daß die Tagesgewässer keine Hauptrolle spielten, zeigt auch der Vergleich mit den Dünnschliffen des Süßwasserquarzes aus der Umgebung von Paris. In denselben wachsen die mehr oder weniger unvollkommen ausgebildeten Quarzindividuen aus den Wänden der Hohlräume (Schnecken-schalen) und zwar senkrecht zu denselben empor. Zur Zeit, als die Kieselsäure schneller auskristallisierte, entwickelten sich keine deutlichen Kristalle, sondern nur Wachstumszonen, deren verschiedene Färbung durch die der Lösung beigemengten Stoffe bedingt wurde. Solche Wachstumszonen habe ich im Pfahle nicht beobachtet. Auch das Quarzmosaik ist im Süßwasserquarz weit feiner als irgendwo.

Das ursprüngliche dürftige Kluftsystem wurde gewiß in ein überaus reiches Netz von Spalten verwandelt und die Hauptkluft durch den enormen Wachstumsdruck der Quarzkristalle, von welchem F. E. Suess<sup>22)</sup>

<sup>20)</sup> Daß durch den Gebirgsdruck klaffende Spalten entstehen können, s. Höfer: *Dynamogeologische Studien* (Sitzb. d. W. Ak. d. Wiss. I, 1910, Bd. 119, S. 347).

<sup>21)</sup> cfr. Hochstetter l. c. S. 796.

<sup>22)</sup> F. E. Suess, *Die Bildung der Karlsbader Sprudelschale unter Wachstumsdruck der Aragonithkristalle*. M. d. geol. Ges. i. Wien, Bd. II, 1909, S. 391 ff.

unlängst vortreffliche Belege lieferte, linsenartig erweitert. Wie bei Karlsbad die mächtigen, schwebenden Gänge von Aragonit durch eine Art von Aufblätterungs- und Abstemmungsvorgang im Granit und harten Konglomerat sich selbst Platz schaffen mußten, ähnlich geschah es auch im böhmischen Pfahle. Durch diesen Druck aber wurde zugleich das Muttergestein in eine mikroskopische Breckie umgewandelt, während das emporquellende Wasser fast alle Gemengteile weg- und den Quarz hineintransportierte. Dabei erklärt sich sehr gut auch das stellenweise veränderte Auslöschen der Quarze, das in den Adern gewöhnlich normal, in den Breckiebildungen oft undulös ist.

Die Struktur des Pfahlquarzes erinnert sehr an die der Quarzschiefer, so daß man versucht ist zu glauben, daß die Verkieselung bei beiden in derselben Weise vor sich ging. Die Dünnschliffe der Quarzschiefer von Radyně bei Pilsen, von Černice, Stěnovice, Kyšice, Pohodnice bei Ejpovice, Varta bei Nezvěstice, Kamínky bei Mirošov und von Letkov enthalten teils gerade, teils gewellte Quarzadern, die scharfkantige Stücke des Schiefers umgrenzen.<sup>23)</sup> Das Mosaik der Schieferstücke besteht fast nur aus Quarz, nur daß dasselbe feiner ist. Stellenweise aber werden gerade Graphitstreifen, die ein deutliches Überbleibsel des ursprünglichen Inhaltes darstellen, von feinen, gewellten Quarzadern zerrissen, aber zur Bildung einer Breckie ist es nicht gekommen. Die Quarzlösungen drangen anscheinend in eine nachgiebige, relativ weiche Masse ein und erweiterten den Durchmesser der Adern überall, wo der Gegendruck nachließ. Sonst aber gibt es keinen durchgreifenden Unterschied zwischen den Pfahlquarziten und Quarzschiefen, da Nebengemengteile wie Chloritschüppchen, Reste von verwittertem Feldspat etc. zwar spärlich, aber doch vorhanden sind. Dieselben wurden bereits von Helmhaecker (bei Uhřetěves)<sup>24)</sup> und F. Slavík (bei Mirošov)<sup>25)</sup> beschrieben.

Meiner Meinung nach dürften bei der Entstehung des böhmischen Pfahles ähnliche aus der Tiefe kommende Quellen die Hauptrolle spielen, wie sie noch jetzt längs des Erzgebirges aus den Granitspalten ausströmen. Mögen Lepsius<sup>26)</sup> und Stutzer<sup>27)</sup> recht haben, daß die Karlsbader Quellen nicht juvenil sind, sondern vados und wieder aus der Tiefe mit

<sup>23)</sup> Ähnliche Beobachtungen an Quarzitschiefern aus anderen Fundorten machten Klvaňa (*Petrographische Notizen über einige Gesteinsarten Böhmens*, Verh. d. k. böhm. Ges. d. Wis. 1881, S. 406) und Lidl (*Beiträge zur geogn. Kenntnis des sw. Böhmen*, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., 1855, S. 580 ff.).

<sup>24)</sup> cfr. Katzer, *Geologie von Böhmen*, 1902, S. 675.

<sup>25)</sup> cfr. C. Ritter v. Purkyně, *Kamenouhelné pánev u Mirošova a Skočice a jejich nejbližší okolí*. (Verh. d. böhm. Kaiser-Franz-Joseph-Akademie, II, N. 29, 1904, S. 7 ff.). Deutsches Resumé im Bulletin international 1904.

<sup>26)</sup> Lepsius, *Notizen zur Geologie Deutschlands*. Notizblatt d. V. f. Erdkunde u. d. geol. L.-A. in Darmstadt, 1908, IV, 29, S. 4 ff.

<sup>27)</sup> O. Stutzer, *Juvenile Quellen*. Internat. Kongress, Düsseldorf 1910, IV, Vortrag 21.

gelösten Stoffen zurückkehrend, so muß man doch den Ort suchen, wo dieselben Kalzium-, Natrium-, Kalium- und Magnesium-Verbindungen gelöst und anstatt derselben die aus den saureren Gesteinen ausgelaugte Kieselsäure abgesetzt haben. In einer genetischen Verbindung mit ähnlichen Thermallinien stand mutmaßlich nicht nur der böhmische Pfahl, sondern auch die breite, weniger zusammenhängende und zur Richtung des Pfahles fast senkrechte Zone der böhmischen präkambrischen Kiesel-schiefer.

# Sur les congruences des paraboles qui admettent un système $\infty^1$ des surfaces normales.

Par

Prof. JOS. KLOBOUČEK.

(Présenté le 16 Juin 1911.)

On peut exprimer les coordonnées rectangulaires d'un point d'une conique quelconque en espace dans la forme suivante

$$X = x + p e \frac{\xi \cos \varphi + \xi' \sin \varphi}{1 + e \cos \varphi},$$

$$Y = y + p e \frac{\eta \cos \varphi + \eta' \sin \varphi}{1 + e \cos \varphi},$$

$$Z = z + p e \frac{\zeta \cos \varphi + \zeta' \sin \varphi}{1 + e \cos \varphi},$$

où  $(\xi \eta \zeta)$ ,  $(\xi' \eta' \zeta')$  sont les cosinus de direction de l'axe resp. de la droite directrice appartenant au foyer  $(x y z)$ ,  $p$  la distance du foyer de cette droite et  $e$  l'excentricité numérique de la conique considérée. Le paramètre  $\varphi$  mesure l'angle du radius vector d'un point de la conique issue du foyer  $(x y z)$  avec la direction de l'axe  $(\xi \eta \zeta)$ .

Pour les paraboles on a  $e = 1$  et si nous faisons en même temps

$$l g \frac{\varphi}{2} = \lambda$$

nous pouvons mettre les coordonnées d'un point d'une parabole en espace dans la forme

$$X = x + \frac{p}{2} (\xi + 2 \lambda \xi' - \lambda^2 \xi) \text{ etc.}$$

ou, en posant

$$x + \frac{p}{2} \xi = x' \text{ etc.}$$

$(x' y' z')$  étant les coordonnées du point de la parabole situé sur l'axe,

$$X = x' + p \lambda \xi - \frac{p}{2} \lambda^2 \xi \quad \text{etc.}$$

Considérons maintenant en introduisant deux variables indépendantes  $u, v$  le système  $\infty^2$  des paraboles qui sont normales à un système  $\infty^1$  des surfaces.

Faisons un calcul bien connu,\*) déterminons les quantités

$$T = \sum \left( \frac{\partial X}{\partial \lambda} \right)^2, \quad U = \sum \frac{\partial X}{\partial \lambda} \frac{\partial X}{\partial u}, \quad V = \sum \frac{\partial X}{\partial \lambda} \frac{\partial X}{\partial v}$$

et substituons-les dans l'équation

$$T \left( \frac{\partial U}{\partial v} - \frac{\partial V}{\partial u} \right) + U \left( \frac{\partial V}{\partial \lambda} - \frac{\partial T}{\partial v} \right) + V \left( \frac{\partial T}{\partial u} - \frac{\partial U}{\partial \lambda} \right) = 0.$$

Nous aurons alors une équation du 4<sup>ième</sup> degré qui, devant être satisfaite quel que soit  $\lambda$ , nous fournira, après quelques petites réductions les équations de condition suivante, se rapportant aux coordonnées du foyer:

$$(I.) \quad \frac{\partial}{\partial v} \sqrt{p} \sum a - \frac{\partial}{\partial u} \sqrt{p} \sum \beta = 0,$$

$$(II.) \quad \frac{\partial}{\partial v} \sum a - \frac{\partial}{\partial u} \sum b = 0,$$

$$(III.) \quad p \left( \sum a \sum \beta - \sum b \sum a \right) + \frac{\partial p}{\partial u} \sum b' - \frac{\partial p}{\partial v} \sum a' + \\ \sum a \sum b' - \sum b \sum a' = 0,$$

$$(IV.) \quad p \left( \sum a' \sum \beta - \sum b' \sum a \right) - \left( \frac{\partial p}{\partial u} \sum b - \frac{\partial p}{\partial v} \sum a \right) = 0,$$

$$(V.) \quad 2 p \left( \frac{\partial}{\partial v} \sum a' - \frac{\partial}{\partial u} \sum b' \right) + \sum a \sum b' - \sum b \sum a' = 0. **)$$

où l'on pose symboliquement

$$\xi \frac{\partial x}{\partial u} = a, \quad \xi \frac{\partial x}{\partial v} = a', \quad \xi \frac{\partial \xi}{\partial u} = \alpha$$

$$\eta \frac{\partial x}{\partial v} = b, \quad \xi \frac{\partial x}{\partial v} = b', \quad \xi \frac{\partial \xi}{\partial v} = \beta.$$

\*) L. Bianchi Lezioni di geometria diff. II 1903.

\*\*) On pourrait déduire les équations semblables relatives au point  $(x'y'z')$ . Ces équations se trouvent calculées dans l'original tchèque.

Nous voyons qu'il faut rendre toutes les paraboles de la congruence normales à 5 surfaces pour être normales à une infinité de surfaces.

Posons maintenant, en introduisant deux fonctions arbitraires  $\varphi(u, v)$  et  $\psi(u, v)$

$$\sum a = \frac{\partial \varphi}{\partial u}, \quad \sum b = \frac{\partial \varphi}{\partial v};$$

$$\sqrt{\rho} \sum c = \frac{\partial \psi}{\partial u}, \quad \sqrt{\rho} \sum \beta = \frac{\partial \psi}{\partial v}.$$

Alors des équations (III.), (IV.) nous pouvons calculer les quantités  $\Sigma a'$ ,  $\Sigma b'$  comme fonctions de  $\varphi$ ,  $\psi$ ,  $\rho$  et en les substituant dans l'équation (V.) nous obtenons une équation différentielle de la deuxième degré  $R=0$  pour  $\rho$  qui nous fournit la fonction paramétrique. En conséquence nous écrirons

$$\sum \xi \frac{\partial x}{\partial u} = q_1, \quad \sum \xi \frac{\partial x}{\partial v} = q_2$$

$$(VI.) \quad \sum \xi' \frac{\partial x}{\partial u} = A, \quad \sum \xi' \frac{\partial x}{\partial v} = B$$

$$\sum \xi' \frac{\partial \xi}{\partial u} = \frac{\psi_1}{\sqrt{\rho}}, \quad \sum \xi' \frac{\partial \xi}{\partial v} = \frac{\psi_2}{\sqrt{\rho}}.$$

Considérons maintenant la surface engendrée par les foyers de toutes les paraboles de la congruence, prenons ses lignes de courbures pour un système des coordonnées  $u, v$ . Si les quantités  $(X_1 Y_1 Z_1)$ ,  $(X_2 Y_2 Z_2)$ , signifient les cosinus de direction de la tangente aux lignes  $v$  resp.  $u$  et  $(X Y Z)$  les cosinus de direction de la normale de la surface, on trouve en vertu des équations

$$X_2 = \frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial x}{\partial v}, \quad X_1 = \frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial x}{\partial u}$$

les équations

$$\sum \xi X_1 = \frac{q_1}{\sqrt{E}}, \quad \sum \xi X_2 = \frac{q_2}{\sqrt{G}}, \quad \sum \xi X = \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{E} - \frac{q_2^2}{G}};$$

et

$$\sum \xi' X_1 = \frac{A}{\sqrt{E}}, \quad \sum \xi' X_2 = \frac{B}{\sqrt{G}}, \quad \sum \xi' X = \sqrt{1 - \frac{A^2}{E} - \frac{B^2}{G}};$$

d'où l'on tire

$$\xi = \frac{q_1}{\sqrt{E}} X_1 + \frac{q_2}{\sqrt{G}} X_2 + \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{E} - \frac{q_2^2}{G}} X,$$

$$\xi' = \frac{A}{\sqrt{E}} X_1 + \frac{B}{\sqrt{G}} X_2 + \sqrt{1 - \frac{A^2}{E} - \frac{B^2}{G}} X.$$

Comme toujours  $\Sigma \xi \xi' = 0$  on vient en substituant des équations précédentes à la relation

$$(VIII.) \quad EG - E(q_2^2 + B^2) - G(q_1^2 + A^2) + (q_1 B - q_2 A)^2 = 0.$$

En formant les expressions pour  $\sum \xi' \frac{\partial \xi}{\partial u}$ ,  $\sum \xi \frac{\partial \xi}{\partial v}$ , on obtient en servant des équations\*) pour  $\frac{\partial X_1}{\partial u}$ ,  $\frac{\partial X_1}{\partial v}$ , etc. les deux autres relations fondamentales

$$(IX.) \quad \frac{\psi_1}{\sqrt{p}} = \frac{A}{\sqrt{E}} \frac{\partial}{\partial u} \frac{q_1}{\sqrt{E}} + \frac{B}{\sqrt{G}} \frac{\partial}{\partial v} \frac{q_2}{\sqrt{G}} + \sqrt{1 - \frac{A^2}{E} - \frac{B^2}{G}} \frac{\partial}{\partial u} \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{E} - \frac{q_2^2}{G}} \\ + \frac{1}{G \sqrt{E}} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v} (q_1 B - q_2 A) + \frac{D}{E} \left( q_1 \sqrt{1 - \frac{A^2}{E} - \frac{B^2}{G}} - A \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{E} - \frac{q_2^2}{G}} \right).$$

$$(IX.) \quad \frac{\psi_2}{\sqrt{p}} = \frac{A}{\sqrt{E}} \frac{\partial}{\partial v} \frac{q_1}{\sqrt{E}} - \frac{B}{\sqrt{G}} \frac{\partial}{\partial u} \frac{q_2}{\sqrt{G}} - \sqrt{1 - \frac{A^2}{E} - \frac{B^2}{G}} \frac{\partial}{\partial v} \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{E} - \frac{q_2^2}{G}} \\ - \frac{1}{E \sqrt{G}} \frac{\partial \sqrt{G}}{\partial u} (q_1 B - q_2 A) + \frac{D''}{G} \left( q_2 \sqrt{1 - \frac{A^2}{E} - \frac{B^2}{G}} - B \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{E} - \frac{q_2^2}{G}} \right).$$

On pourrait calculer encore les cosinus de direction ( $\xi'' \eta'' \xi'''$ ) de la normale aux plans des paraboles et simplifier un peu les équations (IX.) de quoi nous nous abstenons ici.

Pour les quantités  $E, G, D, D''$  nous avons encore les conditions

$$(X.) \quad \frac{DD''}{\sqrt{EG}} + \frac{\partial}{\partial u} \left( \frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial \sqrt{G}}{\partial u} \right) + \frac{\partial}{\partial v} \left( \frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v} \right) = 0, \\ \frac{\partial}{\partial v} \left( \frac{D}{\sqrt{E}} \right) - \frac{D''}{G} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v} = 0, \\ \frac{\partial}{\partial u} \left( \frac{D''}{\sqrt{G}} \right) - \frac{D}{E} \frac{\partial \sqrt{G}}{\partial u} = 0. (**)$$

Des équations précédentes résulte que, pour les deux fonctions arbitraires  $q, \psi$ , on peut trouver en général la surface focale en choisissant convenablement la fonction paramétrique  $p$ , et les surfaces focales forment une certaine catégorie. Nous ne citons pas ici les théorèmes qui en résultent sur la déformation des systèmes paraboliques.

La surface focale peut se réduire à une courbe quelconque: alors les coordonnées  $(x, y, z)$  du foyer sont les fonctions de l'arc de cette courbe  $u$ , ce qui donne un système

$$(I.' \dots V.') \quad \frac{\partial}{\partial v} \sqrt{p} \sum \alpha - \frac{\partial}{\partial u} \sqrt{p} \sum \beta = 0.$$

\*) L. Bianchi I. pg. 123.

\*\*) ibid.



$$\frac{\partial}{\partial v} \sum a = 0, \frac{\partial}{\partial v} \sum a' = 0.$$

$$p \sum a \sum \beta - \frac{\partial p}{\partial v} \sum a' = 0.$$

$$p \sum a' \sum \beta + \frac{\partial p}{\partial v} \sum a = 0.$$

où nous pouvons prendre comme la seconde variable  $v$  l'angle formé par le plan osculateur de la courbe focale et le plan mené par l'axe de la parabole et la tangente de la courbe focale. Le système précédent se résout en deux modes divers: ou bien on a:

$$\sum a' > \sum a > 0, \frac{\partial p}{\partial v} = 0, \sum \beta = 0, \frac{\partial}{\partial v} \sum \alpha = 0;$$

ou bien

$$\sum a' = \sum a = 0$$

et puis si nous posons

$$\sum \alpha = \frac{\partial \psi}{\partial u}, \sum \beta = \frac{\partial \psi}{\partial v}$$

il résulte que  $p = F(\psi)$ ,  $F$  étant une fonction arbitraire de  $\psi$ .

Si  $(X_1 Y_1 Z_1)$ ,  $(X_2 Y_2 Z_2)$ ,  $(X Y Z)$  sont les directions de la tangente, de la normale principale et de la binormale de la courbe focale et  $\Theta$  l'angle de l'axe de la parabole avec la tangente de la courbe focale dans le foyer, nous aurons les formules

$$\sum \xi X_1 = \cos \Theta, \sum \xi X_2 = \sin \Theta \cos v, \sum \xi X = \sin \Theta \sin v,$$

et de même manière en introduisant les quantités  $v_1, \Theta_1$

$$\sum \xi' X_1 = \cos \Theta_1, \sum \xi' X_2 = \sin \Theta_1 \cos v_1, \sum \xi' X = \sin \Theta_1 \sin v_1$$

on obtient

$$\xi = X_1 \cos \Theta + X_2 \sin \Theta \cos v + X \sin \Theta \sin v$$

et de même façon encore  $\xi'$ .

La condition  $\sum \xi \xi' = 0$  donne

$$\cos(v_1 - v) + \cotg \Theta \cdot \cotg \Theta_1 = 0.$$

Pour les quantités  $\sum \alpha$ ,  $\sum \beta$  nous trouvons en vertu des équations de Frenet les expressions:

$$\begin{aligned} \sum \alpha = & -\frac{\cos \Theta_1}{\sin \Theta} \frac{\partial \Theta}{\partial u} + \sin \Theta \cdot \sin \Theta_1 \left[ (\cotg \Theta \cos v_1 - \cotg \Theta_1 \cos v) \frac{1}{\rho} \right. \\ & \left. - \sin(v_1 - v) \frac{1}{T} \right], \end{aligned}$$

$$\sum \beta = \sin \Theta \sin \Theta_1 \sin (v_1 - v),$$

et les deux cas de solution des équations (I. . . V.) nous donnent dans le premier cas (il faut nous rappeler que  $\Sigma a = \cos \Theta$ ,  $\Sigma a' = \cos \Theta_1$ ):

$$v_1 = v, \Theta_1 = 90^\circ + \Theta, \sum \alpha = \frac{\partial \Theta}{\partial u} + \frac{\cos v}{\rho}$$

et comme en même temps  $\frac{\partial}{\partial v} \sum \alpha = 0$ , il faut que toujours  $\frac{1}{\rho} = 0$  et par suite  $\frac{1}{T} = 0$ ;  $\Theta$  et  $\rho$  sont les fonctions arbitraires de  $u$ .

Dans le second cas, nous aurons

$$v_1 = \frac{\pi}{2} + v, \sum \alpha = -\frac{1}{T}, \sum \beta = 1.$$

et alors

$$v = v - \int \frac{du}{T} + C \text{ et } \rho = F \left( v - \int \frac{du}{T} + C \right)$$

Ce calcul montre le caractère des systèmes des paraboles à une courbe focale. Pour obtenir un tel système, il faut tracer dans le plan normal mené dans un point de la courbe focale un système des paraboles confocales qui ont leur foyer commun dans ce point et faire rouler ce plan sur la surface polaire de la courbe focale.

Le premier système est de rotation, sa courbe focale est l'axe de rotation.

Si la courbe focale se réduit à un point, l'équation fondamentale prend la forme

$$\left( \frac{\partial}{\partial v} \sqrt{\rho} \sum \alpha - \frac{\partial}{\partial u} \sqrt{\rho} \sum \beta \right) (\lambda^2 + 1)^2 = 0.$$

et pour ce système parabolique nous avons une seule condition, c'est-à-dire: pour construire un système des paraboles confocales et normales à un système  $\infty^1$  des surfaces il suffit d'indiquer le foyer commun et une surface quelconque à laquelle toutes les paraboles doivent être normales.

Enfin nous voulons montrer une certaine catégorie de systèmes paraboliques dont les équations fondamentales sont très faciles à intégrer.

Résolvons le système (I. . . V.) de manière que l'on ait en même temps

$$\begin{aligned} \sum a \sum \beta - \sum b \sum \alpha &= 0; \\ \sum a &= q_1, \quad \sum b &= q_2 \\ \sum a' &= M \cdot q_1, \quad \sum b' &= M \cdot q_2 \\ \sum \alpha &= N \cdot q_1, \quad \sum \beta &= N \cdot q_2 \end{aligned}$$

où  $\varphi_1, \varphi_2$  sont les dérivées partielles relatives à  $u, v$  de la fonction arbitraire  $\varphi$ , et  $M, N$  les fonctions de  $\varphi$ .

La fonction paramétrique  $p = P(\varphi)$  satisfait à l'équation

$$P' - P \cdot M \cdot N + 1 = 0.$$

On pourrait aisément montrer que les plans des paraboles de ce système contiennent les normales de la surface focale menées dans le foyer de chaque parabole. \*)

En excluant le cas  $\varphi = \text{const.}$  et en substituant ces valeurs dans les équations fondamentales nous aurons par exemple  $\varphi_2 = 0, \varphi_1 \lesseqgtr 0$  ou d'autre part

$$\frac{D''}{G} = \frac{D}{E}, \text{ si } \varphi_1 \lesseqgtr 0, \varphi_2 \gtrless 0.$$

Dans le premier cas toutes les quantités sont fonctions de la variable  $u$  et nous obtenons les surfaces connues sous le nom de „moulures de Monge“; autrement la surface focale est un plan ou la sphère. Nous réalisons en conséquence un système parabolique de cette espèce, si nous traçons dans un plan un système quelconque  $\infty^1$  des paraboles et si nous faisons rouler ce plan comme un plan tangent sur une surface développable quelconque. On peut se servir de ce résultat bien connu pour engendrer des systèmes paraboliques avec une courbe focale.

Dans cette même catégorie il faut englober les systèmes des paraboles congruentes ou le système des paraboles dont les axes ont la même direction.

---

\*) La direction  $(\xi'' \eta'' \zeta'')$  est normale à la direction  $(XYZ)$ .

# Über die Entwicklung der Form des menschlichen Auges.

Aus dem böhm. Anatomischen Institut des Prof. Dr. J. Janošík.

Von

**Dr. OTAKAR LEŠER,**

Assistent der böhmischen Augenklinik des Prof. Dr. J. Deyl.

(Mit 20 Abbildungen.)

Vorgelegt am 18. Juli 1910.

Die Form des Auges ist bei erwachsenen Individuen verschiedener Klassen des Tierreiches keine einartige. So kann man die Kugelform nur beim Auge gewisser Säugetiere zulassen, bei denen die Augenachsen in normalen Verhältnissen fast gleich sind. Schon beim Auge einiger Vögel und Fische ist die Schachse kürzer als die übrigen Achsen, wodurch das Auge von hinten nach vorn abgeplattet erscheint. Bei anderen Klassen ist die Horizontalachse länger als die Vertikalachse und es erscheint daher das Auge in dorsoventraler Richtung plattgedrückt. Die Form des Auges ist in keiner einzigen Klasse bei allen Gattungen derselben typisch. Richtig bemerkt also Pütter in seiner „Organologie des Auges“, daß in gewissen Büchern über Zoologie und vergleichende Anatomie ganz falsch eine schlechte Reproduktion von Sömmerings Bilde angeführt wird, welches das Auge der Eule für die Vögel, dasjenige des Hechtes für die Fische als typisch darstellt.

Diese Verschiedenheit der Form des Auges bei erwachsenen Individuen verschiedener Klassen der Tierwelt hat mich zu Fragen veranlaßt, ob nicht auch in verschiedenen Entwicklungszeiten die Form des Auges verschieden sei? In der mir zugänglichen Literatur der Entwicklung des Auges habe ich nur bei zwei Autoren Erwähnungen gefunden, welche sich auf diese Frage beziehen. So betont V. Matys\*) in seiner Arbeit, daß der Bulbus im Laufe seines Wachstums in verschiedenen Richtungen langgezogen erscheint und zwar einmal in dorsoventraler Richtung, das anderemal nehme wieder der proximodistale Durchmesser überhand. Keil beschreibt in seiner Arbeit über die Entwicklung des Auges beim Schweine das Auge eines 2 cm langen Embryos in folgender

\*) V. Matys: „O vývinu a topografii svalstva v orbitě ptáků“ („Über die Entwicklung u. Topographie der Muskeln in der Orbita der Vögel“).

Weise: „Die Augenanlage ist ein langgezogener, plattgedrückter, hohler, doppelwandiger Körper, ein ausgesprochenes Ellipsoid. Bei diesem Modell, (bei einer Vergrößerung von 25) beträgt die Entfernung von der Augenblasenstielfinsertion bis zum Becherrand an seiner dorsalen Seite gemessen 35.5 *mm*, die Höhe 11 *mm*.“ Beim Embryo von 2.7 *cm* Länge spricht er über das Auge wie folgt: „Der Bulbus hat das Aussehen einer plattgedrückten, in sich schwach spiralig gedrehten Walze bekommen und die Entfernung von der Opticusinsertion bis zum lateralen (distalen, hirnabseitigen) Pol beträgt 69 *mm*.“ Er sagt, daß die Ursache der falschen Auffassung der Gestalt des Auges einerseits in der falschen Benennung „der Augenbecher“, anderseits in den falschen Angaben embryologischer Lehrbücher zu suchen sei. Als Beweis führt er Hertwig, Nußbaum's Arbeit im Buche von Gräfe-Sämis ch an, in denen die Abbildungen nach Manz-Zieglers Modellen gezeichnet sind. Auch an Hiss' Bildern menschlicher Embryonen (Hiss, Embryo 11), wird das Auge manchmal in proximodistaler Richtung langgezogen dargestellt; die übrigen sind meistens in Kugelform gezeichnet. Über die Form des Auges äußert sich der Autor nirgends. In Lehrbüchern der Embryologie finden wir fast regelmäßig nach Zieglers Modellen gezeichnete Abbildungen der Entwicklung des Auges, die den wirklichen Verhältnissen nicht im mindesten entsprechen. Und das Zitieren dieser Modelle führt dann unbedingt zu einer grundfalschen Ansicht über die Bildung und eigentliche Form des embryonalen Auges.

Bevor ich mich zur Besprechung der betreffenden Literatur wende, will ich die Ergebnisse eigener Forschungen an menschlichen, verhältnismäßig am gründlichsten studierten, Embryonen anführen.

Im anatomischen Institut des Prof. Dr. J. J a n o š í k standen mir folgende Serienpräparate von menschlichen Embryonen zur Verfügung: 2.8 *mm*, 3, 6, 9.5, 9.7, drei à 10 *mm*, 12, 13, 13, 14.5, 15.5, 15.6, 17.75, 20, 26, 38 und 48 *mm*. Von den 3 Embryonen à 10 *mm* wurde einer sagittal, die übrigen in proximodistaler Richtung zu tadellosen Serien à 10  $\mu$ , einige à 15  $\mu$ , geschnitten. Aus diesen Embryonen wurden Wachsplattenmodelle auf die Weise verfertigt, indem — bei den kleineren — beide Augen in Verbindung mit dem Gehirn modelliert wurden, bei den größeren neben den Augen und dem Sehnerven noch ein Teil des Mittelhirns in Verbindung mit dem Sehnerven bis zur Hypophysis und nach vorn ein Teil der angelegten Hemisphären in Betracht genommen wurde. Ich bin nämlich schon am Anfang der Arbeit zu der Ansicht gekommen, daß man neben der Formation des Auges auch andere Probleme in Erwägung ziehen muß, und zwar dasjenige der Stellung des Sehnerven zum Bulbus in verschiedenen Entwicklungsstadien und das der Beziehungen des Auges zum zentralen Nervensystem, und daß nur auf Grund der Vergleichung einzelner Modelle verschiedener Stadien die angeführten Fragen sowie die gegenseitige Lage der Augen zu erörtern und über den

für das menschliche Auge so wichtigen Umstand, d. h. über seine definitive Versetzung auf die Gesichtseite, also aus der lateralen in die ventrale Stellung zu urteilen sei. Ich studierte alle Stadien, die mir zur Verfügung standen, beschreibe jedoch in meiner Arbeit nur diejenigen, in welchen eine auffallendere Änderung des anatomischen Baues und der Beziehungen zur Umgebung auftritt.

Das jüngste Stadium war ein menschlicher Embryo von 2.8 *mm* Länge, welcher ziemlich gerade, nur in der Kopfpartie ein wenig ge-



Fig. 1. Plattenmodell des zentralen Nervensystems mit den primären Augenblasen eines menschlichen Embryo, 3 *mm* lg. (Von Dorsalseite aus gesehen.)



Fig. 2. Derselbe Embryo wie Fig. 1. Seitenansicht.

krümmt war. Die primären Augenblasen dieses Embryos sind an der distalen und ein wenig an der dorsalen Seite durch eine tiefere Furche vom zentralen Nervensystem abgesondert, während sie an der Proximalseite glatt in die Wand des letzteren übergehen. An der Dorsalseite liegen die Augenblasen beträchtlich näher zum Gehirn als an der Ventralseite und sind in ihrer lateromedialen Achse abgeplattet.

Beim Embryo von 3 *mm* Länge ist die, die Augenblasen vom zentralen Nervensystem im vorigen Stadium scheidende Furche viel tiefer, hauptsächlich an der distalen Seite, und übergeht bis an die proximo-dorsale Seite, die dem Schnervenstiel entspricht. An dieser Stelle ist die, das Vorderhirn von der Augenblase scheidende Furche noch sehr seicht. Die in ihrer lateromedialen Achse bedeutend abgeplatteten Augenblasen, deren proximodistale Achse weit länger als die dorsoventrale ist, stehen an der Ventralseite weit vom zentralen Nervensystem ab. Der Umfang des Gehirns hat in dorsaler Richtung zugenommen, was am Modell deutlich hervortritt.

Bedeutenden Fortschritt zeigt der Embryo von 9 *mm* Länge. Bei diesem befindet sich das Auge im Stadium der sekundären Augenblase.

Die Abschnürung der Linse vom Epiblast ist bereits vollzogen. Die ventralwärts offenbleibende Augenblase sitzt auf einem breiten, kurzen und dorsoventral abgeplatteten Stiel, auf welchen die nicht geschlossene Spalte der Augenblase übergeht. Der Stiel liegt nicht im eigentlichen Zentrum der Blase, sondern ist näher an den Proximalrand vorgerückt. Die das zentrale Nervensystem und die Augenblase trennende Furche ist an der dorsalen Seite tief, an der ventralen sehr seicht, so daß die ventrale Fläche des Gehirns auf den Stiel und auf das Auge fast in einer dorsal geneigten Fläche übergeht. Das Auge hat in dieser Entwicklungsperiode die Gestalt eines Ellipsoids, dessen längere Achse in proximodistaler Richtung liegt. Die Länge dieser Achse beträgt  $0.75\text{ mm}$ , die dorsoventrale mißt  $0.54\text{ mm}$ , die lateromediale  $0.32\text{ mm}$ .

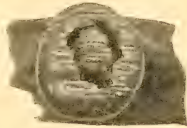


Fig. 3. Plattenmodell des Auges vom menschl. Embryo  $9\text{ mm}$  lang. Ansicht von der lateralen Seite.

Die Linse, die ebenso ein Ellipsoid vorstellt, ist ihrer proximodistalen Achse nach länglich. Der Ventralrand des Auges liegt in der Höhe des Punktes, in welchem sich die Hypophysis vom Gehirn trennt. Im Stadium der sekundären, noch nicht geschlossenen Augenblase, bleibt also das Auge in proximodistaler Richtung länglich, ebenso wie die primäre Blase angelegt wurde. Das Gehirn hat proximalwärts auffallend zugenommen, was durch das Heranwachsen der Hemisphären bedingt ist. Die beiden — an kurzen Stielen sitzenden Augen sind in dieser Entwicklungsperiode vollkommen lateral, ja infolge des Wachstums des Mittelhirns an — *recessus opticus* — ihrer ventralen Seite, auch ein wenig dorsal gestellt. Die Entfernung beider Augen entspricht der Breite des Gehirns, nämlich der Breite der Hemisphären, was am Modell bei der Ventralansicht besonders gut zu sehen ist.

Gegen dieses Stadium weit veränderte Verhältnisse findet man schon beim Embryo von  $9.5\text{ mm}$ , dessen Auge in ventraler Richtung ziemlich viel zugenommen hat, und zwar in der Gegend, wo sich früher eine offene Spalte befand, von welcher in diesem Entwicklungsstadium nur eine Öffnung für den Eintritt der Blutgefäße geblieben ist. Durch dieses Zunehmen an der Ventralseite hat sich das Auge an dieser Seite durch eine tiefere Furche vom breiten Stiel getrennt, so daß der letztere näher beim Zentrum des Augenhintergrundes liegt. Von dem Wachstumsverhältnisse des Auges bei diesem Embryo überzeugt man sich am besten durch den Anblick des Modelles von der Lateralseite (Fig. 4). Die proximodistale Achse ist noch immer länger als die dorsoventrale, das Verhältnis gleicht sich jedoch schon etwas aus, so daß wenn wir die dorsoventrale Achse = 1 stellen, gestaltet sich das Verhältnis der dorsoventralen Achse zur proximodistalen und lateromedialen wie  $1 : 1.2 : 0.6$ . Die Form des Auges ist also von der Lateralseite gesehen mehr kreisartig. Die Entfernung

des Augenrandes vom aufsitzenden, kurzen Augenstiel ist an der dorsalen Seite weit größer als an der ventralen, an welcher das Auge vom Stiel nur durch eine seichte Furche getrennt wird. Infolge des weiteren Zu-



Fig. 4. Plattenmodell des Auges mit dem Gehirn eines menschl. Embr. 9.5 mm lg. Laterale Seitenansicht.



Fig. 5. Plattenmodell vom selben Embr. wie Fig. 4. Gesichtseitenansicht.

nehmens des Mittelhirns in ventraler Richtung steht der Augenstiel scheinbar schief, ein wenig dorsal, so daß das Auge dorsalwärts verschoben



Fig. 6. Plattenmodell eines menschl. Embr. 9.7 mm lg. Ansicht von der linken lateralen Seite.



Fig. 7. Derselbe Embr. wie Fig. 6. Ansicht von der ventralen Seite.

erscheint, wiewohl es an derselben Stelle blieb und nur das Gehirn an seiner Ventralseite zugenommen hat. (Fig. 5.)

Ähnliche Verhältnisse, wie eben beschrieben wurde, finden wir auch bei Embryo 9.7 mm (Fig. 6, 7). An den Plattenmodellen sieht man ganz deutlich die Zunahme des Gehirnes, das Auge ist proximo-



distal verlängert, bildet ein Ellipsoid und sitzt auf einem kurzen Augensiel. Augenblasenspalte ist noch ganz deutlich.

Im weiteren Stadium beim Embryo von 10 *mm* haben sich die Verhältnisse nicht bedeutend verändert; das Auge ist nur noch weiter proximodistal gewachsen wie man am Plattenmodell sehen kann (Fig. 8), ist aber noch länger geworden.

Beim Embryo von 13 *mm* Länge hat sich die im vorigen Stadium beschriebene Form des Auges nicht viel geändert. Die Augenlinse ist noch blasenartig und der Augenblasensiel, der in seiner proximodistalen Achse



Fig. 8. Plattenmodell d. Auges eines menschl. Embr., 10 *mm* lg.

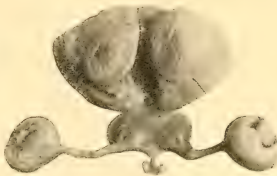


Fig. 9. Plattenmodell der beiden Augen mit einem Teile d. Vorderhirnes. Menschl. Embr. 17-75 *mm* lg. Gesichtseitenansicht.

0.7 *mm*, in der dorsoventralen 0.64 beträgt, ist ein wenig länger als beim letztbeschriebenen Embryo, aber noch breit.

Auch beim Embryo von 13.3 *mm* Länge ist das Auge in proximo-distaler Richtung länger als in den übrigen Achsen, indem es in diesem Durchmesser 0.88 *mm* mißt, im dorsoventralen nur 0.76 *mm*. Der Augenblasensiel ist hohl, breit und verengt sich in der Richtung zum Auge.

Bedeutend veränderte Verhältnisse findet man beim Embryo von 17.75 *mm* Länge, der im ganzen Umfange bedeutend zugenommen hat. Die Hemisphären sind schon so groß, daß sie einen großen Teil des Mittelhirns bedecken, welches ventralwärts zugenommen hat. Der ursprüngliche Sehnervensiel ist in das Mittelhirn mit eingenommen worden (*recessus opticus*), sein lateraler Vorderteil wächst in lateraler Richtung als ein hohler, sehr dünner Zylinder, der periferisch angelagerte Zellen und an der Oberfläche, besonders aber an seiner Ventralseite, schon entwickelte Nervenfasern aufweist. Indem das Gehirn in allen Richtungen zugenommen hat, das Mittelhirn durch das Zunehmen des Vorderhirns in proximaler Richtung in eine mehr distale Lage gerät und das Auge fest an seiner ursprünglichen Stelle hält, verlängert sich der Sehnerv infolge des Wachsens der ganzen Gesichtspartie nach vorn und verläuft in diesem Entwicklungsstadium von hinten nach vorne in schiefer Richtung. Dabei sind die Richtungen der beiden Sehnerven fast diametral, wiewoh

ein wenig nach vorn konvergierend, indem das Auge noch bedeutend lateral gelagert ist. (Fig. 9.)

Was das Wachstum des Auges anbelangt, ist eine auffallende Änderung eingetreten. In jüngeren Stadien liegt das Auge, wie gesagt, lateral, es hat die Form eines in proximodistaler Richtung langgezogenen Ellipsoids; der sehr breite Sehnervestiel liegt fast im Zentrum des Augenhintergrundes. In diesem Entwicklungsstadium hat sich jedoch infolge des wachsenden Gesichtsteiles d. h. durch die stärkere Entwicklung des Stirnfortsatzes, die Entstehung der Nasenhöhle und des Gaumens, durch den Wuchs des Oberkieferfortsatzes — die ganze Gesichtskonfiguration geändert. Infolgedessen entsteht beim Anblick der Form und der Stellung des Auges, welches in ventraler, besonders aber in distaler Richtung zugenommen hat, der Eindruck, daß das Auge, hauptsächlich, was seine Vorderseite anbelangt, von hinten nach vorn geschoben wird. Es muß hervorgehoben werden, daß in diesem Stadium die Angabe der Lage und Richtung sehr schwierig wird. Solange sich das Auge an der Lateralseite befand, war die Bestimmung der Lage sehr leicht; jedoch in den älteren Stadien, in denen sich die Lage infolge des ungleichmäßigen Wachstums ändert, zeigt es sich als unentbehrlich gewisse fixe Punkte, so z. B. Nasenhöhle, Hypophysis, Hemisphären, in Betracht zu nehmen. Daher bedienen wir uns auch bei späteren Stadien der Ausdrücke: ventral, lateromedial u. s. w. Infolge des ungleichmäßigen Wachstums liegt der Ansatzpunkt des Sehnerven nicht im eigentlichen Zentrum des Augenhintergrundes, sondern nimmt eine solche Stellung ein, daß seine Entfernung vom Pupillarrande an der Gesichtseite gemessen weit kürzer ist als an der Rückseite, aber zugleich liegt er näher zum proximalen als zum distalen Rande. Die früher zentrale Lage der lateral gerichteten Linse wird nun exzentrisch und zwar so, daß die Linse mehr frontalwärts gewendet ist; sie hat die Form eines Ellipsoids, dessen proximodistale Achse  $0.05\text{ mm}$ , die dorso-ventrale  $0.8\text{ mm}$ , die lateromediale  $0.8\text{ mm}$  beträgt. Die Augenlider sind schon verhältnismäßig stark entwickelt. Die Augenmuskulatur ist auch bedeutend fortgeschritten, denn einzelne Muskeln sind vollkommen sichtbar. Die Retinalschichten sind noch nicht differenziert, die Verhältnisse der Augenform sind in dieser Entwicklungsperiode leicht den Durchschnitten durch dorsoventrale und lateromediale Projektion zu entnehmen. Schon beim Betrachten einer Serie proximodistaler Schnitte von diesem Embryo, treten einzelne Schnitte auffallend hervor. Die ersten Schnitte treffen zuerst die Linse und hinter ihr erscheint erst der Durchschnitt des Auges, als ob die Linse überhaupt nicht ins Auge miteingenommen wäre; erst auf den weiteren Schnitten erscheint die in die Augenblase eindringende Linse. Diese Bilder lassen sich mit Hinsicht auf die Lage des Auges leicht erklären, was auch auf der Photographie des Modelles desselben Embryo klar zum Vorschein kommt.

Daraus ergibt sich, daß das Auge in diesem Stadium infolge des

ungleichmäßigen Wachstums eine schiefe Lage in ventrodorsaler Richtung einnimmt und der Sehnerv weit am Dorsalpol, nahe am Frontalrande seinen Ansatzpunkt findet.

Interessant ist der Fortschritt, den die Entwicklung des Auges beim Embryo von 20 mm Länge aufweist. Wie das Bild des Plattenmodelles zeigt, hat das Gehirn in proximaler und dorsaler Richtung bedeutend

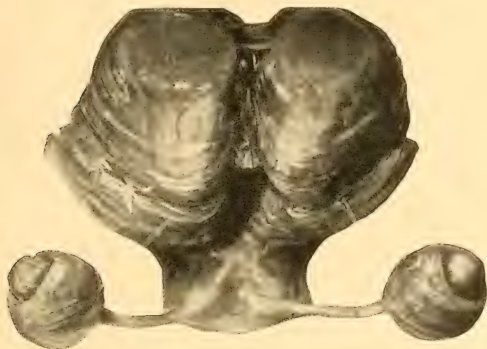


Fig. 10. Plattenmodell der beiden Augen mit dem Vorderhirne eines menschl. Embr. 20 mm lg. Ansicht von der proximalen Seite.

zugenommen — die Hemisphären. Infolge des Gehirnwachstums, hauptsächlich in dorsaler Richtung, also infolge der scheinbaren Verschiebung des Mittelhirns nach rückwärts, ist der Sehnerv in die Länge gewachsen. (Fig. 10.) Indem das Auge fest an seiner ursprünglichen Stelle gehalten wird, ist die Richtung des Sehnerven schräg von hinten nach vorn, er bewahrt jedoch dabei eine fast horizontale Lage. (Fig. 11.) Während die beiden Sehnervenstiele in den früheren Stadien gegenseitig diametral lagen (also in einer Linie), bildet der Sehnerv in dieser Entwicklungsperiode mit der Mediallinie einen Winkel von  $60^\circ$ . Was die Form des Auges anbelangt, ist dieselbe ein, in der Richtung von vorn nach hinten lang gezogenes Ellipsoid. Es ist besonders an der Medianseite nach vorn, im unteren Teile nach hinten gewachsen, an der oberen und lateralen Seite ist keine größere Änderung eingetreten. Der Pupillarrand befindet sich in einer von vorn nach hinten geneigten Ebene (Fig. 12) und zwar so, daß der schief liegende Nerv zur Fläche der Pupilla eine vertikale Lage einnimmt. Die Entfernung der Sehnerveninsertion am Augapfel vom Pupillarrande ist an der Medianseite gemessen um  $\frac{1}{3}$  kürzer als an der

dorsalen und lateralen Seite. Die Retinalschichten differenzieren sich in die Nervenzellschichte, *ganglion nervi optici*, und die molekuläre Schichte. Der Sehnerv besteht aus Nervenfasern und das Chiasma ist sehr deutlich entwickelt.

Bei dem Embryo von 26 mm Länge sind bedeutende Änderungen in der Entwicklung des Kopftheiles eingetreten, besonders was die Nasenhöhle und den Unterkiefer anbelangt. In der Mandibula begann schon die Ossifikation und die an den Kiefer sich heftenden Muskeln sind sehr mächtig geworden, besonders die *musculi pterygoidei* und der *musculus masseter*, wodurch der Gesichtsteil wesentlich geändert erscheint. Durch

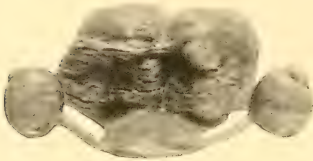


Fig. 11. Derselbe Embryo wie Fig. 10, Ansicht von der ventralen Seite.

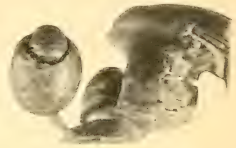


Fig. 12. Derselbe Embryo wie Fig. 10, 11, Ansicht von der lateralen Seite.

das proximal und ventral vorsichgehende Wachstum dieser Partie, die ihren Ursprung theils im Oberkiefer- theils im Unterkieferfortsatze hat, bekommt die Konfiguration der ganzen Gegend um das Auge einen anderen Charakter. Außerdem wird infolge des allgemeinen Wachstums des Kopfes und des Gehirns die Entfernung beider Augen größer (während die letzteren im Vergleich mit den jüngeren Stadien, wo sie lateral gelagert waren, jetzt eigentlich näher aneinanderrücken). Die Sehnerven sind länger geworden und der Winkel, den sie bilden, ist schärfer. Das Auge, das in diesem Entwicklungsstadium an der Lateralseite sichtbar zugenommen hat, am meisten vorn, zeigt nun einen elliptischen Durchschnitt, dessen kürzere Achse die lateromediale, die längere die proximodistale ist. Auch die Lage der Pupille ändert sich bedeutend infolge des beschriebenen lateralen Wachstums. Beim Embryo von 20 mm Länge war die Fläche des Pupillarkreises von vorn nach hinten geneigt und die Linse lateral gerichtet, beim Embryo von 26 mm Länge ist jedoch diese Fläche weit weniger geneigt und die Linse ist mehr nach vorn gewendet. Die Entfernung des Ansatzpunktes des Sehnerven vom Pupillarrande ist an der Medialseite weit kleiner als an der Lateralseite. Die Wand des Bulbus ist an der Medianseite ziemlich stark eingebogen und gerade an dieser Stelle kann man die Anlagerung der Augenmuskeln sehen — *musculus rectus internus*. Beim Anblicke des Modelles der Augen und der anliegenden

Gehirnpartie des beschriebenen Embryo ist die Stellung beider Augen auffallend, da der Pupillarrand und die Linse nach vorn, aber auch aufwärts gerichtet sind, während die Augen der vorigen Stadien so gestellt waren, daß der Pupillarrand mit der Linse mehr lateral gewendet war. (Fig. 13.)

Beim Embryo von 38 *mm* Länge haben sich die Verhältnisse insofern geändert, als der Sehnerv länger, der Winkel, den die beiden Sehnerven bilden, weit schärfer erscheint als beim Embryo von 26 *mm* Länge. Die



Fig. 13. Plattenmodell der beiden Augen eines menschl. Embr. von 38 *mm* Länge.  
Ansicht von der ventralen Seite.



Fig. 14. Plattenmodell der beiden Augen mit einem Teile des Gehirnes Menschl. Embr. 48 *mm* lg. Ansicht von der distalen Seite.

Insertion des Sehnerven am Bulbus befindet sich weit näher zum Retinalrande an der Medianseite gemessen als an der Lateralseite, wodurch der äußere Teil der unteren Hälfte des Bulbus rückwärts gerückt wird. Die durch den Retinalrand geführte Ebene bleibt von vorne nach hinten geneigt. Die Augenlinse ist länglich (am Durchschnitte), oval und nach vorne und aufwärts gerichtet. (Fig. 14.)

Bei einem Embryo von 48 *mm* Länge ist die Gesichtspartie schon stark ausgebildet. Das axiale Skelett ist zwar noch knorpelartig, die Ossifikation ist jedoch schon an vielen Stellen eingeleitet. Die äußeren Augenmuskeln sind deutlich ausgebildet und richtig gelagert und die Augenhöhle durch dichteres Bindegewebe angedeutet, obzwar an dieser Stelle noch keine Ossifikation angelegt ist.

Wenn wir Schnitte verschiedener Stadien vergleichen, sehen wir, daß die Augen anfangs ganz lateralwärts gestellt waren und daß ihre Entfernung fast größer war als die Breite des Gehirns; später nimmt jedoch das Wachstum der Gehirnpartien überhand, wie es auch bei dem letztbeschriebenen Embryo der Fall ist, während die Gesichtspartie weit kleiner bleibt. Da die Augen ihre Stelle bewahren, dabei aber durch das Wachstum des axialen Gesichtsskeletts, welches vorwärts und lateralwärts vor sich geht, der ganze Gesichtsteil nach vorn geschoben wird, kommen auch die Augen mehr nach vorn und entfernen sich vom Gehirn, welches eigentlich

in dorsaler Richtung zunimmt. Infolge der beschriebenen Verhältnisse muß sich der Sehnerv verlängern und aus seiner früheren diametralen Lage in eine schräge, mit dem Gehirn divergierende, übergehen. Dem durch dieses Wachstum bedingten Stellenwechsel entspricht das ungleichmäßige Wachstum des Auges in verschiedene Richtungen, sein etappenmäßiges Zunehmen bald an dieser bald an jener Seite.

In diesem Stadium ist das Auge — seiner ventrodorsalen Achse nach (von vorn nach hinten) in die Länge gezogen, der Sehnerv inseriert sich an der inneren, hinteren Hälfte des Bulbus und die durch den Retinalrand gebildete Fläche ist von vorn nach hinten geneigt. Die Augenlinse liegt im Verhältnisse zur Totalform des Auges exzentrisch.

Die weiteren Stadien wurden makroskopisch studiert, indem bei einzelnen Embryos das Auge in der Augenhöhle von oben präpariert wurde.

Das Auge eines Embryos von 65 mm Länge ist in seiner lateromedialen Achse in die Länge gezogen, es zielt von innen nach außen und ein wenig nach hinten. Es mißt in dieser Achse  $4\frac{1}{2}$  mm, in der proximodistalen  $3\frac{1}{2}$  mm und ebensoviel in der dorsoventralen. Der Sehnerv heftet sich am Bulbus an der hinteren Innenseite, unter der Horizontalachse an. Die Entfernung des Ansatzpunktes des Sehnerven vom Hornhauttrande beträgt an der Innenseite  $3\frac{1}{2}$  mm, an der Außenseite  $5\frac{1}{2}$  mm. Die Sehachsen beider Augen liegen noch ziemlich divergent, so daß die durch den Retinalrand geführte Ebene mit der frontalen einen Winkel von  $30^\circ$  bildet.

Das Auge des Embryo von 100 mm Länge zeigt ähnliche Verhältnisse wie dasjenige des letztbeschriebenen Embryos. Auch da ist es in der lateromedialen Achse länglich. Es mißt in dieser Achse  $7\frac{1}{2}$  mm, in der proximodistalen  $6\frac{1}{2}$ , in der dorsoventralen 6 mm. Der Sehnerv inseriert hinten am Bulbus, an seiner untern Innenhälfte. Die durch den Retinalrand geführte Ebene ist zur Frontalaxe schon weniger geneigt als beim vorigen Embryo, denn sie bilden einen Winkel von  $25^\circ$ .

Embryo von 110 mm Länge. Auch da ist das Auge in der ein wenig nach hinten geneigten lateromedialen Achse lang gezogen. In dieser Achse mißt es 9 mm, in der dorsoventralen  $7\frac{1}{2}$ , in der proximodistalen 8 mm. Sowie beim Embryo von 100 mm inseriert der Sehnerv an der Innenseite des hinteren Teils des Bulbus, ein wenig unter der Horizontalachse und zwar wieder näher zum inneren als zum äußeren Pupillarrande. Die Entfernung der Insertion vom inneren Pupillarrande beträgt  $5\frac{1}{2}$ , die vom äußeren 7 mm. Die Sehachsen beider Augen divergieren ähnlich wie beim vorigen Embryo und der Winkel, den die durch den Retinalrand geführte Ebene mit der Frontalebene bildet, beträgt noch  $25^\circ$ .

Beim Embryo von 150 mm Länge weichen die Form- und Lageverhältnisse da schon ein wenig von den früher beschriebenen ab. Das Auge ist zwar noch der lateromedialen Achse nach länglich, die letztere neigt sich jedoch nicht mehr so stark rückwärts, als es bisher der Fall

war. In dieser Achse mißt das Auge  $10\frac{1}{2}$  mm, in der dorsoventralen 10 mm, in der proximodistalen 9 mm. Der Ansatzpunkt des Sehnerven befindet sich an der hintern Innenseite des Bulbus, aber schon fast an der Horizontalachse. Die Entfernung des Pupillarrandes von der Insertion des Sehnerven beträgt an der Medialseite 9 mm, an der Lateralseite 13 mm. Die durch den Pupillarrand geführte Ebene bildet mit der Frontalachse einen Winkel von ca.  $10^{\circ}$ .

Beim Embryo von 184 mm Länge (Fig. 15) sind die Schädelknochen schon überall weit ausgebildet. Der Bulbus ist — seiner lateromedialen



Fig. 15. Bulbus mit dem Sehnerven. Menschl. Fötus  
184 mm lg. Orbitaldach abgetragen. Vergrößert.

Achse nach in die Länge gezogen, so daß er in dieser Dimension  $11\frac{1}{2}$  mm mißt; in der proximodistalen Achse beträgt er  $10\frac{1}{2}$  mm, in der dorsoventralen 11 mm. Die Entfernung der Insertion des Sehnerven vom inneren Hornhautrande beträgt 11 mm, vom äußeren (in der Horizontalachse gemessen) 15 mm. [Vom Embryo von 20 mm Länge an beginnend, bei dem ein deutliches Heraustreten der hinteren Wand des Bulbus an der Temporalseite (äußerlich von der Sehnerveninsertion am Bulbus) zu bemerken ist, kann man dieses Heraustreten bei allen weiteren Stadien sehr deutlich unterscheiden.] Die Entfernung vom Ansatzpunkte des Sehnerven (am hintern, innern Teil des Bulbus) zum „canalis opticus“ beträgt 10 mm.

Beim Embryo von 215 mm Länge (Fig. 16) kommen schon primäre Furchen am Gehirn zum Vorschein. Der Bulbus ist bei der Vorderansicht schon kugelförmig, mißt in lateromedialer Achse 13 mm, ebensoviel in der proximodistalen, in der dorsoventralen 11.5 mm. Die Insertion des Sehnerven am Augapfel befindet sich an der hintern Innenseite an der Horizontalachse



und ihre Entfernung vom inneren Hornhautrande mißt 13·5 *mm*, vom äußeren 15 *mm* und ebensoviel vom oberen. Das Heraustreten der hinteren Wand des Bulbus nach außen von der Sehnerveninsertion ist in diesem Stadium noch wahrzunehmen. Die Länge des Sehnerven von seiner Insertion am Bulbus bis zum inneren Rande des foramen opticum beträgt 10 *mm*. Die Hornhaut hat eine elliptische Form, ist der horizontalen Achse nach länglich und mißt in derselben 7 *mm*, in der proximodistalen 6 *mm*.

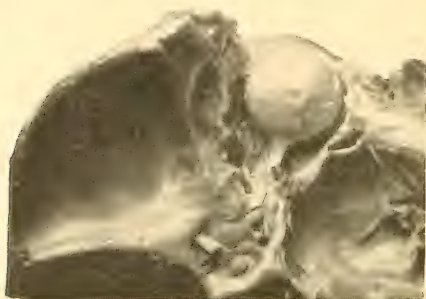


Fig. 16. Bulbus mit dem Sehnerven eines menschl. Fötus 215 *mm* lg. Etwas vergrößert.

Was das Auge des Neugeborenen betrifft, bemerken Merkel und Kallius, daß es nach Weiß' Untersuchungen nicht die gewöhnlich angeführte Kugelform hat. Nach dem erwähnten Autor sind die Augendimensionen beim Neugeborenen auf Grund von Messungen von 14 Fällen im Durchschnitte die folgenden:

Vertikaler Durchmesser	. 15·40 (Max. 17·00, Min. 14·50) <i>mm</i> .
Horizontaler Durchmesser	16·00 (Max. 17·75, Min. 14·50) <i>mm</i> .
Sagittaler Durchmesser	. 16·40 (Max. 17·50, Min. 15·75) <i>mm</i> .

Merkel und Kallius zitieren wörtlich Weiß, der in seiner Arbeit behauptet, daß sich die Länge der Augenachsen ausnahmslos so gestaltete, daß der vertikale Durchmesser als der kleinste, der sagittale als der größte erschien. Nur bei zwei Augen war der horizontale ein wenig größer als der sagittale, bei allen war jedoch der vertikale Durchmesser der kleinste. Merkel und Orr (cit. Merkel und Kallius) behaupten, daß die Form des Auges beim Neugeborenen eine „verschobene Figur“ darstellt. Nur die Nasalhälfte des Bulbus gleiche (was die Form anbelangt) „einiger-



maßen“ derselben beim Erwachsenen, die Lateralhälfte sei jedoch stärker gekrümmt, ein Umstand, der schon Animon bekannt war. Mit dieser Tatsache stehe eine andere in greifbarem Zusammenhange, nämlich diejenige, daß die Sehachse eine andere Lage einnimmt als beim Erwachsenen, was dadurch verursacht wird, daß die *fovea centralis* beim Neugeborenen ebenso weit vom Zentrum der Insertion der Sehnerven liegt wie beim Erwachsenen. Zwischen diesen zwei Punkten trete im späteren Leben kein Wachstum mehr ein. Dasselbe bestätigt E. v. Hippel. (Zitiert nach Merkel u. Kallius.)

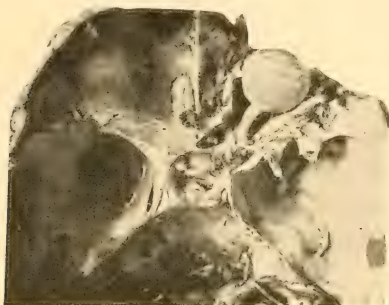


Fig. 17. Bulbus und Sehnerv eines drei Wochen alten Kindes. Etwas verkleinert.

Nach Weiß wächst das Auge in den ersten Lebensjahren am raschesten und sein Wachstum ist bedeutend früher beendet als das Wachstum des ganzen Körpers. Im allgemeinen wächst das Auge in dem — ursprünglich kleinen — vertikalen Durchmesser am schnellsten, in dem — ursprünglich großen — sagittalen am langsamsten. Merkel und Kallius sagen: „Es kann daher nicht auffallen, daß im Laufe des Wachstums das Auge eine mehr kugelige Form annimmt. Dies gilt etwa bis zum neunten Lebensjahr, bei älteren Kindern treten wieder größere Differenzen ein und zwar meist im Sinne der definitiven Form des Auges.“ Es wiederholt sich daher derselbe Entwicklungsgang, den wir die ganze Zeit der embryonalen Entwicklung hindurch verfolgt haben d. h. ein etappenartiges Wachstum in postfötaler Zeit und wird uns dadurch ein Faktum geboten, welches unsere Befunde in embryonaler Zeit vollkommen bestätigt.

Ich führe noch die Dimensionen des Auges beim Kinde von 3 Wochen an: der proximodistale Durchmesser des Bulbus 18.5 mm, der horizontale 19.5 mm, der dorsoventrale 17.5 mm. (Fig. 17.) Die Entfernung der

Sehnerveninsertion vom äußeren Rande der Hornhaut 18 *mm*. Die Länge des Sehnerven von seinem Ansatzpunkt am Bulbus bis zum Orbitalrande des foramen opticum betrug 18 *mm*. Die beiden Bulbi des Neugeborenen sind noch unscheinbar auswärts — einige Grade von der Frontalebene — gewendet. Die Sehnerven bilden einen Winkel von 62°.

Endlich folgen die Dimensionen des Auges beim Erwachsenen, so wie sie — von verschiedenen Autoren festgestellt — in der Arbeit *Merkel-Kallius'* angeführt werden:

	Merkel 1885	Quain 1894	Rauber 1897	Schwalbe 1887		Weiss 1897
Aquatorialumfang des Bulbus	72,2	.	.	.	.	77,62
Transversaldurchmesser des Bulbus . . . . .	23,6	24,5	24,32	24,32	Sappey 23,9	24,43
Vertikaldurchmesser des Bulbus . . . . .	23,3	23,5	23,60	23,60	23,5	23,70
Äußere Augenachse . . . . .	24,3	24,0	24,27	24,27	24,6	23,85
Innere Augenachse . . . . .	22,5	22,4	21,74	21,74	.	.
Hornhautscheitel bis Vorderfläche d. Linse . . . . .	3,2	3,4	4,0	.	.	.
Linsen-Achse, Einstellung für die Ferne (Nähe) . . . . .	3,7 (4,3)	4,0 0,8	4,0	4,0	Rabl 4,77 (4,69)	Duclos 3—4
Dicke der Sclera hinten . . . . .	1,0	fast 1,0	1—2,0	1—1,2	.	.
Glaskörper-Achse . . . . .	15,6	15,0	14,5	.	.	.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen zeigen, daß neben der schon am Anfang dieser Arbeit gestellten Frage (Welche ist die Form des Auges in verschiedenen Entwicklungsperioden und welche Änderungen durchläuft sie, bevor das Auge seine normale, beim erwachsenen Individuum sich vorfindende Form erreicht) noch andere Fragen beantwortet werden müssen, die mit der eben angeführten in engem Zusammenhang stehen, und zwar: Welche ist die Lage der Augen in verschiedenen Entwicklungsperioden, bevor sie die normale Frontallage erhalten, ferner welche ist die Form und Lage des Sehnerven in der Entwicklungszeit. Aus diesen drei Grundfragen erfolgt dann die Beantwortung der vierten, so oft in verschiedenen Arbeiten ventilierten Frage, ob nämlich eine Drehung des bloßen Bulbus besteht, oder eine Drehung des Bulbus mit dem Sehnerven oder endlich ob sich der Sehnerv allein dreht.

Was die erste Grundfrage anbelangt, gelangen wir auf Grund der Ergebnisse unserer Untersuchungen über die Form des Auges zu folgendem Schlusse: In den primitiven Entwicklungsstadien ist die Augenblase in proximodistaler Richtung langgezogen und behält diese Form auch im Stadium der Formation der sekundären Augenblase, zur Zeit der Ein-

stülpung der Linse. Nach der Abschnürung der Linse vom Epiblast und nach der Schließung der an der ventralen Seite liegenden Augenspalte wird die elliptische Form des Auges infolge seines Wachstums an der ventralen Seite zu einer kreisartigen (beim Lateralanblick). Die dorso-ventrale Achse ist dabei weit kürzer als die übrigen Achsen. In der weiteren Entwicklung hält das Auge die Form eines in dorsoventraler Richtung langgezogenen Ellipsoids. In verschiedenen Entwicklungsperioden nimmt das Auge etappenartig zu, bald an der vorderen Hälfte, später an der hinteren, bald wieder in seinem Ober- oder Unterteile. So ist das Auge beim Embryo von 20 *mm* in ventrodorsaler Richtung länglich, beim Embryo von 26 *mm* im proximodistaler, in späteren Stadium beim Embryo von 48 *mm* ist die Gestalt des Auges zwar noch ein Ellipsoid, jedoch ein in seiner proximodistalen Achse plattgedrücktes, der ventrodorsalen Achse nach längliches. Beim Embryo von 100 *mm* und 150 *mm* tritt zwar eine Ausgleichung der Form ein, und zwar infolge des Wachstums an der hinteren Seite d. h. in der Richtung der Sehachse, obzwar das Auge auch in diesem Stadium im horizontalem Durchmesser länger ist als im vertikalen. Der Kugelform nähert sich noch mehr das Auge des Embryos von 184 *mm*, es übertrifft jedoch der horizontale Durchmesser noch den vertikalen und das Auge ist in seiner Sehachse länger als in der Vertikalachse. Auch bei der Geburt hat das Auge noch nicht die Form, die wir beim Erwachsenen antreffen und erreicht sie (nach Merkel-Kallius' Angaben) erst im 9. Lebensjahre des Individuums.

Das Auge durchläuft daher binnen seiner ganzen Entwicklungszeit verschiedene Formphasen, welche durch das Wachstum seiner ganzen Umgebung in erster Reihe durch dasjenige des Stirnlappens, des Lappens für den Oberkiefer, besonders aber durch das Gehirnwachstum bedingt sind. Die Grundform des embryonalen Auges ist ein Ellipsoid und das etappenartige Zunehmen des Auges an verschiedenen Seiten und zu verschiedenen Entwicklungsperioden ist ein sehr wichtiger Faktor für die Form und Lage des Auges. Der ellipsoiden Form des Auges entspricht die ellipsoide Form der Linse und die elliptische Form des Augenbecherandes (des umgeschlagenen Retinalrandes).

Wir kommen zur Beantwortung der zweiten, die Lage und Lageveränderungen des Auges im Laufe seiner Entwicklung betreffenden Frage.

In den frühesten Entwicklungsstadien ist die Anlagerung und die Stellung beider Augen eine rein laterale. Sie kommt noch in dem Stadium vor, wo die Augenspalte schon geschlossen ist und wo an der ventralen Seite eine kleine Öffnung für den Eintritt der Blutgefäße bleibt. Der Augenbecherand d. h. die durch den Rand der Augenblase geführte Ebene liegt zu der erwähnten Zeitperiode lateralwärts und die Sehnervenstiele sind diametral gestellt. (Fig. 18.) Infolge des Wachstums des Mittelhirns, welches scheinbar nach hinten geschoben wird, des Wachstums des ganzen

Vorderhirns und der Hemisphärenanlage wird zuerst der Sehnerv länger, da das Auge an der Stelle fixiert ist, wo es ursprünglich angelegt wurde. Ebenso bleibt die Linse an derselben Stelle, wo sie sich ursprünglich gegen die Augenblase eingestülpt hat. Das Auge hat an der ventralen und distalen Seite zugenommen (vergl. die Beschreibung des Embryos von 17.75 mm), wodurch die Lage des Retinalrandes insofern geändert wurde, als die durch diesen Rand bei beiden Augen geführten Ebenen schräg, von hinten



Fig. 18. Schnitt von einem 13 mm lg. menschl. Embr.

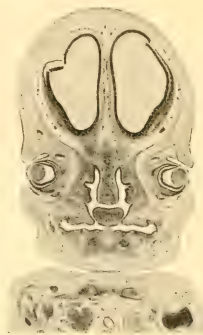


Fig. 19. Schnitt von einem 20 mm lg. menschl. Embr.

nach vorn geneigt erscheinen. Infolge des Wachstums des Stirnlappens nach vorn, dessen Verschmelzens mit den Oberkieferlappen und der Bildung der Nasenhöhle erweitert sich, wie gesagt, der Gesichtsteil lateralwärts und das Auge, welches seine ursprüngliche Stellung bewahrt, rückt scheinbar von der Lateralseite vorwärts und an die Medianlinie zu. Im weiteren Stadium beim Embryo von 20 mm (Fig. 20) hat das Gehirn sehr auffallend zugenommen, die Hemisphären sind größer geworden und der recessus opticus gelangt im Laufe des Wachstums noch weiter dorsalwärts, wodurch das Vorderhirn rückwärts rückt, der Sehnerv infolge des Stabilität des Auges wieder länger wird und mit der Medianlinie den Winkel von ca 60° bildet. Das Auge hat in dieser Entwicklungszeit medianwärts und nach hinten zugenommen und zwar so, daß der Retinalrand an der Medianseite weit mehr vorausgerückt wurde, an der Frontalseite blieb also der Lateralrand mehr dorsal gestellt, so daß das ganze Auge weit mehr nach vorne gerichtet ist, als bei jüngeren Embryos. Ebenso bilden die durch den Retinalrand beider Augen geführten Ebenen einen stumpferen, von hinten

nach vorn mehr geneigten Winkel als in jüngeren Stadien. In späteren Entwicklungsperioden, wo die Hemisphären schon fast gänzlich über das Mittelhirn herangewachsen sind (vergl. Embryo von 38 *mm*), wuchs das Auge hauptsächlich an der hinteren und lateralen Seite auf, die Median-



Fig. 20. Schnitt durch den Kopf eines 48 *mm* langen menschl. Embryo.

seite hat sich im Wuchse „verspätet“. Durch dieses Zunehmen der lateralen Augenwand hat sich die Lage des Retinalrandes geändert, sowie die Stellung der beiden durch den Rand beider Augen geführten Ebenen. Das Auge ist weit mehr der frontalen Seite zugewendet (Fig. 20), was am Bilde zu sehen ist (Kopfschnitt eines Embryos von 48 *mm*), welches dieses Verhältnis gut wiedergibt. Im angeführten Stadium nahm der Kopf lateralwärts beträchtlich zu, die Augen blieben jedoch an derselben Stelle, wo sie ursprünglich angelegt wurden. Bei einem älteren Embryo von 48 *mm* Länge hat das Auge wieder beim gesamten Wachstum besonders lateralwärts zugenommen, wodurch der Retinalrand noch mehr an die Frontalebene heranrückt, wiewohl die durch den Rand geführten Ebenen noch von hinten nach vorn geneigt sind, wohl unter einem im Vergleich mit den jüngeren Stadien stumpferen Winkel. Bei weiteren Föten wird die Retinalrandebene infolge des Augenwachstums an der Median- und später auch Lateral-seite (vorne) so verschoben, daß sie noch mehr in die Frontalebene übergeht und sich der Lage nähert, die wir beim Neugeborenen schon fast als normal finden. Daraus erfolgt also, daß die Meinung Nussbaums nicht

richtig ist („Es erfolgt aber bei allen Tieren und beim Menschen späterhin eine Vorwärtsverschiebung des opticus und eine nasalwärts gerichtete Wanderung der Augen, die beim Menschen den höchsten Grad erreicht“), sondern daß infolge eines etappenartigen Wachstums der Augenwand an verschiedenen Seiten und zu verschiedenen Zeitperioden, infolge des Aufwachsens der Gesichtspartie nach vorn und in lateraler Richtung und des Gehirnwachstums die Lage des Auges sich scheinbar gänzlich ändert, da es ursprünglich ganz lateral lag und im Laufe der Entwicklung in die Frontalebene übergeht. *Das Auge bewahrt also die Stelle seiner ursprünglichen Anlage.*

Über die Lage und Form des Sehnerven kann folgendes angeführt werden: In den ersten Entwicklungsstadien ist der Sehnervestiel sehr breit und kurz, so daß das Auge fast direkt am Mittelhirn ansetzt. Beim Embryo von 9.5 mm bleibt der Stiel noch sehr breit, ein wenig länger als bei jüngeren Stadien und ist in seiner proximodistalen Achse abgeplattet. Die Richtung der beiden Sehnervestiele ist diametral. In späterer Entwicklungszeit (beim Embryo von 17.75 mm) ist schon der früher breite Stiel scheinbar ins Gehirn miteingenommen — recessus opticus; die Sehnerven sind schon dünn, gedehnt, divergieren zwar diametral, sind jedoch von hinten nach vorn geneigt. Die Dehnung und die auftretende schiefe Richtung der Sehnerven wurde durch die nach vorn heranwachsende Gesichtspartie verursacht. In späteren Stadien wird die Erscheinung noch auffallender. Es ist ganz natürlich, da sich das Auge, indem es seine ursprüngliche Stelle bewahrt, durch das Hervorwachsen des Gesichtsteiles vom Mittelhirn entfernt, welches auch in seiner ursprünglichen Lage bleibt, wodurch eine größere Entfernung zwischen dem Mittelhirn und dem Auge entsteht und so der Sehnerv sich einerseits dehnen (auswachsen), anderseits von hinten nach vorn neigen muß. Im Laufe der Entwicklung wird der von den beiden Sehnerven gebildete Winkel durch das ununterbrochene, hauptsächlich dorsalwärts strebende Wachstum des ganzen Gehirns und dasjenige der Gesichtspartien, welches wieder ventralwärts strebt, schärfer und die Sehnerven länger. In keinem Stadium kann man jedoch eine Lageänderung des Sehnerven konstatieren. Jene Änderung, die dem Sehnervestiel der ersten Entwicklungsperiode die Lage des Sehnerven beim Erwachsenen gibt, ist einzig und ausschließlich einerseits durch das Wachstum des Gesichtsteiles, anderseits durch dasjenige der Gehirnpartien bedingt. Aus der Beantwortung der drei ersten Fragen läßt sich die Antwort auf die letzte erschließen. In der Literatur begegnen wir verschiedenen Ansichten über die Drehung des Auges während der Entwicklungszeit. Als erster ist mit dieser Ansicht Vossius aufgetreten, indem er behauptete, daß sich im Laufe der Entwicklung der Sehnerv mit dem Bulbus dreht wie beim Menschen, so auch bei einigen Säugtieren (beim Lamm, Kalb, Schwein, Kaninchen) und zwar um 90° um die durch den Sehnerven gelegten Längsachse. Den Hauptbeweis für

die Drehung des Sehnerven sieht der Autor in der Erscheinung, daß die fötale Augenspalte beim Embryo unten an der Innenseite liegt, während beim Erwachsenen die Eintrittsstelle der zentralen Blutgefäße in den Sehnerven am untern. äußeren Quadranten zu finden ist. Die Drehung des Bulbus beweist er dadurch, daß er bei menschlichen Embryos von 5, 6, 8 Monaten den *musculus rectus superior* ganz unter der lateralen Hälfte der oberen Orbitalwand gefunden hat, daß der Medialrand dieser Muskel den Lateralrand des fast ganz zentral unter dem Orbitaldach liegenden *musc. levator. palp. superioris* berührte. Der *musc. rectus sup.* ist nach Vossius beim Neugeborenen mehr zentral unter dem *musc. lev. palp. sup.* beim Erwachsenen ganz in der Mitte zu finden, so daß er nach innen über den Medialrand des *musc. lev. palp. sup.* hineinragt. Daraus schließt er, daß der *musc. rectus sup.* im Laufe seiner Entwicklung infolge der der Drehung des Sehnerven um seine Längsachse entsprechenden Bulbus-torsion von außen nach innen wandert. Diese Torsion entsteht nach den Ergebnissen seiner Forschungen bei menschlichen Embryonen etwa im fünften Monat.

Deyl hat jedoch in seiner Arbeit an einer ganzen Reihe von Erwachsenen und an menschlichen Embryonen von 5, 6, 7 Monaten sowie an kleinen Embryos von 2—3 *cm* bewiesen daß

1. Die *arteria centralis retinae*, ebenso wie die homologen Blutgefäße der Vertebraten überhaupt in den Nerven eindringt (sei es schon höher oder tiefer) jedoch immer im unteren Medianquadranten.

2. Daß sich der Bulbus in embryonaler Entwicklung nicht um 90° auswärts dreht.

Strahl und Henckel haben die Revision der Behauptung Vossius' vorgenommen und Strahl sagt in seinem Berichte: „Wir schicken voraus, daß auch wir uns nicht von der von Vossius angenommenen Drehung des embryonalen Bulbus um 90° haben überzeugen können. Wir müssen also in dieser Richtung mit Deyl übereinstimmen.

Dagegen weichen wir von den Angaben von Deyl insofern ab, als wir in der Tat bei menschlichen Embryonen eine Drehung des Opticus um seine Längsachse allerdings in viel früherer Zeit als Vossius angegeben hat, für sehr wahrscheinlich halten, und als ferner sicher in einem Teile der Orbita eine Verschiebung der oberen Orbitalmuskeln in dem von Vossius angegebenen Sinne, wenn auch vielleicht nicht in sehr beträchtlicher Ausdehnung vorkommt.“

Henckel, indem er im ersten Teile seiner Arbeit den Eintritt der Arteria in den Sehnerven bespricht, sagt folgendes:

„Und die Einstülpungsstelle liegt anfänglich in der Tat so, daß sie dem späteren inneren, unteren Quadranten des Sehnerven entspricht. Wenn also von der Mitte des 2. Monats an die Eintrittsstelle unten am Sehnerven gefunden wird, so muß dieselbe im Anfang etwa des 2. Monats eine Drehung von beiläufig 45° gemacht haben.“



Dann gelangt er zum folgenden Résumé:

„Nimmt man die früheren Untersuchungen von Hiss und unsere eben mitgeteilten Beobachtungen zusammen, so ergibt sich, daß die Augenblasenspalte und damit die Eintrittsstelle der Zentralgefäße beim menschlichen Embryo bis zum Ende des 2. Graviditätsmonats anders liegt als nach dieser Zeit, daß also in der Tat eine Drehung des Sehnervenstammes um seine Längsachse stattfinden muß, um die Lageverschiedenheit zu erklären. Wir können also zwar Deyl nicht zustimmen, wenn er eine solche Drehung überhaupt leugnet, müssen ihm aber zugeben, daß dieselbe nicht in der von Vossius angegebenen Zeit stattfindet. Sie läuft beträchtlich früher ab.“ Die Existenz einer Bulbustorsion, zu der Vossius auf Grund verschiedener Lagen der Augenmuskeln in verschiedenen Entwicklungsperioden gelangt, hat Hencckel an menschlichen Embryos verschiedener Stadien von der 5. Woche an bis zum 7. Monat der Gravidität untersucht. Beim jüngsten Embryo konnte er die Anlage der okulomotorischen Muskeln mit Bestimmtheit nicht unterscheiden, bei größeren war es ihm nicht möglich festzustellen, welcher Teil der Anlage des musc. rect. sup. und musc. lev. palp. sup. diesem und welcher jenem Muskel gehört, er sagt, daß nach Reuter beim Schweine beide Muskeln durch Teilung einer gemeinsamen Anlage entstehen und bemerkt dazu: „Es ist nun nicht ausgeschlossen, daß die Entstehung des Levator aus dem rectus superior, wie sie Reuter für das Schwein bewiesen hat, ebenso beim Menschen vorsichginge, und zwar hätten wir dann in unserem zuletzt angeführten Embryo von 29 mm Länge ein Stadium vor uns, in welchem die Trennung der beiden Muskeln noch nicht eingetreten ist, so daß beide Muskeln vorläufig noch vereinigt sind und wie vorher beschrieben, ein einziges solides Muskelbündel darstellen.“ Den ganzen Abschnitt schließt er also: „In Rückblick auf das Vorhergehende müssen wir mit Deyl übereinstimmen insofern, als wir, wie er, bei unseren Untersuchungen keinen Anhalt dafür finden konnten, daß der Rectus sup. eine Wanderung von außen nach innen beuge. Wir können uns Vossius insoweit anschließen, als er mit der Erkennung einer Verschiebung zwischen den beiden Muskeln richtig beobachtet hat, mit den Folgerungen jedoch, welche er daran knüpft, können wir uns nicht einverstanden erklären.“

Keil, der diese Frage nicht als gelöst betrachtete, hatte es versucht am Wege der Untersuchungen von Tierembryonen zu ihrer Lösung zu gelangen. Zu diesem Zwecke prüfte er eine ganze Reihe von Schweineembryonen, deren Unzahl ihm zugänglich war, Minimallänge 1.85 mm. Er schließt seine Arbeit folgendermaßen: „Die Augenanlagen machen zu einer bestimmten Zeit der Entwicklung, beim Schwein am Ende der 4. Woche, eine Drehung durch und zwar ist die Tendenz der Windung am rechten Auge eine linksläufige und am linken eine rechtsläufige.“

In demselben Jahre behauptet jedoch Matys auf Grund seiner Forschungen an Vögeln, daß das Auge der Möwe vom Anfang an immer



dieselbe nie wechselnde Lage einnimmt und daß es sich nicht im wenigsten dreht. Über die Augenmuskeln der Möwe sagt er, daß sie sich nicht alle auf einmal entwickeln, sondern nach und nach, und zwar:

1. *Musculus rect. externus* und *musc. obliquus sup.* aus der dritten Kopfhöhle.

2. Die zum *nervus oculomotorius* gehörenden Muskeln entwickeln sich aus der ersten Kopfhöhle (an ihrer Distalseite) in dieser Reihenfolge:

a) Zuerst entsteht die gemeinsame Anlage für den *musc. rect. internus*, *inferior* und *obliquus infer.* an der Ventralseite.

b) Ein wenig später entwickelt sich die Anlage für den *musc. lev. palp. sup.* aus der dorsalen Wand.

c) Zuletzt entsteht der *musc. rect. sup.* und zwar aus den Resten der ersten Kopfhöhle. Ferner bemerkt *Matys*, daß einzelne Muskeln nicht gleich vom Anfang an die im definitiven Zustande auftretende Anlagerung aufweisen, sondern daß sie infolge des Wachstums der Muskeln und des Auges an ihre definitive Stelle geraten. Sie wachsen nicht nur zum Ansatz am *Bulbus* auf, sondern auch sekundär zum Ansatz am Knochen.

Endlich widerlegt *Dedekind* in seiner Arbeit über die Entwicklung der Augenblutgefäße beim Menschen (S. 21) die Behauptung *Vossius'* und *Henckels*, indem er sagt: „Wie ich schon bei Besprechung der einzelnen Augenstadien immer wieder betonte, geht aus den Schnittserien ganz zweifellos hervor, daß der Eintritt der Arterie immer an der gleichen Stelle des Sehnerven erfolgt und im Laufe der Entwicklung, soweit wenigstens wir dieselbe verfolgten, mit Bestimmtheit keine Rotation stattfindet.“ *Henckels* Arbeit bespricht er im Zusatze folgendermaßen: „Nach dem, was ich gefunden und beschrieben habe, konnte ich eine derartige Verschiebung nicht feststellen, obgleich ich gerade Stadien untersuchte, bei denen diese Drehung stattfinden soll. Allein ganz abgesehen davon, wäre es entschieden sehr auffallend, daß sich zu einer bestimmten Zeit der Entwicklung zwar der *Opticus* drehe, nicht aber der *Bulbus*, in den ja das hauptsächlich in Betracht kommende Ende des *Opticus* sich inseriert. Für die Möglichkeit einer derartigen Tatsache mangelt mir die nötige Vorstellung.“

Wie aus der angeführten Literatur wahrzunehmen ist, wurden viele Angaben über die Lage und Drehung des *Bulbus* und des Sehnerven auf Grund einer nur sehr unvollständigen und meistens am großen Fötus vorgenommenen Untersuchungen veröffentlicht und wurde zur Lösung der Frage nie eine vollständige Entwicklungsreihe benützt. Dieser Umstand verleitet dann besonders zu falschen Schlüssen, was in der Angabe *Keil* betreffs der Behauptung *Minots* leicht zu erkennen ist. Zum Zitate aus *Minot*: „Die Insertion des Augenblasenstieles ist von Anfang an exzentrisch und zwar liegt der Stiel anfangs an der unteren Seite des Bechers, während der Wanderung des Auges kommt er jedoch allmählich

an die innere Seite des Auges zu liegen“, bemerkt K e i l: „Diese verschiedene Lagerung bezw. dieser Wechsel im Sitz der Insertion des Augenblasenstieles ist doch wohl nur zu erklären, wenn man eine Drehung des Bulbus annimmt.“ Jedoch auf Grund meiner Untersuchungen einzelner Stadien und hauptsächlich durch Verfertigung von Modellen des Auges und der naheliegenden Gehirnpartien, oder auf Grund einer vollständigen Projektion dieser Partien kann man die richtige Vorstellung von der Entwicklung der Gestalt des Auges und von seiner Lage gewinnen und sich davon überzeugen, daß weder eine Drehung noch eine Wanderung des Auges besteht, sondern daß diese verschiedenen Änderungen in der Insertion des Sehnervenstieles am Bulbus, in der Form und Lage des Bulbus, durch das unregelmäßige Wachstum des Auges und seiner Umgebung bedingt sind, welches die Stellung des Auges mit dem Sehnerven stets bestimmt. Es ist absolut unmöglich, die Drehung des Bulbus bei Föten auf Grund der Lage des musc. rect. sup. und musc. lev. palp. sup. zu erweisen, denn H e n c k e l selbst sagt, daß am Anfang der Muskelbildung in der Orbita die Anlagen für einzelne Muskeln nicht zu unterscheiden sind und beruft sich auf R e u t e r s Forschungsergebnisse betreffs der Entwicklung der Augenmuskeln beim Schweine. Ich mache da aufmerksam auf M a t y s' Untersuchung der Entwicklung der Muskeln in der Orbita der Vögel, welche zu dem Resultate führte, daß sich die Muskeln nicht gleichzeitig entwickeln, sondern nacheinander, daß es sich nicht um eine Verschiebung, sondern um ungleichmäßiges Wachstum der Muskeln handelt. Wie ich in meiner nächsten Arbeit über die Entwicklung der Augenmuskeln beim Menschen erläutern will, hängt die fortschreitende Entwicklung der Form des Auges später auch von der fortschreitenden Entwicklung einzelner Muskeln ab, besonders von derjenigen ihres definitiven Ansatzes am Augapfel. Nach den Ergebnissen meiner Forschung hat das Auge schon sehr verschiedene Formphasen durchgemacht zur Zeit, wo noch keine okulomotorischen Muskeln angelegt sind. Zu dieser Zeit war es noch nicht möglich, eine Drehung des Bulbus oder des Sehnerven zu konstatieren, wie aus dem Gesagten erfolgt und dadurch fällt die Einwendung S t r a h l-H e n c k e l s: „Dagegen weichen wir von den Angaben von D e y l insofern ab, als wir in der Tat bei menschlichen Embryonen eine Drehung des Opticus um seine Längsachse, allerdings in viel früherer Zeit als V o s s i u s angegeben hat, für sehr wahrscheinlich halten.

Die Behauptung D e y l s, daß weder der Sehnerv, noch der Bulbus allein beim Menschen sich im Laufe der Entwicklung dreht, stellt sich also als richtig heraus.

## Literaturverzeichnis.

F. D e d e k i n d, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Augengefäße des Menschen. Anatom. Hefte B. 38. J. 1909.

J. Deyl, O vstupu arteriae centr. retinae do čívu zrakového u člověka. Časopis Lékařů Českých. 1896.

Deyl, Über den Eintritt der Arteria centralis retinae in den Sehnerv beim Menschen. Anatomischer Anzeiger Bd. XI. 1896.

Henckel, Beiträge zur Entwicklung des menschlichen Auges. Anatom. Hefte von Merckel und Bonnet 1898.

Hiss V., Anatomie menschlicher Embryonen 1880.

Keil R., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Auges von Schwein mit besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der fötalen Augenspalte. Anatom. Hefte von Merckel und Bonnet. 32 B. J. 1907.

Matys V., Vývin a topografie svalstva v orbitě u ptáků. Rozpravy České Akademie císaře Frant. Josefa pro vědy, slovesnost a umění. Třída II. Čís. 22. Ročník XVI.

Fr. Merkel und E. Kallius, Makroskopische Anatomie des Auges. Graefe-Saemisch Handbuch der gesamten Augenheilkunde. I. B. I. Abt. Zweite neubearb. Auflage.

M. Nussbaum, Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. Graefe-Saemisch Handbuch der gesamten Augenheilkunde II. B. I. Abt. Zweite, neubearb. Auflage.

A. Pütter, Organologie des Auges. Graefe-Saemisch Handbuch der gesamten Augenheilkunde. II. Bd. I. Abt. Zweite, neubearb. Auflage.

H. Strahl, Zur Entwicklung des menschlichen Auges. Anatom. Anzeiger Bd. XIV. 1898.

A. Vossius, Beiträge zur Anatomie des N. Opticus. Albrecht von Graefe's Archiv für Ophthalmologie. 29. Jahrgang. IV. Abt. 1883.



# Weitere Untersuchungen über die Regeneration.

## IV.

Arbeit aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. böhm. Universität.

Von

Dr. **B. NĚMEC.**

(Mit 6 Textfiguren.)

Vorgelegt am 24. November 1911.

In meiner zweiten Mitteilung über die Regenerationsvorgänge bei *Streptocarpus Wendlandii* (N ě m e c 1911) habe ich auch einige Versuche angeführt, welche dartun, daß Adventivpflanzen früher blühreif werden können (was schon G o e b e l 1903 gefunden hat) als direkt aus Samen erwachsene Individuen. Diese Erscheinung scheint nichts Befremdendes zu sein, zumal es jetzt zur Gewißheit wird, daß die Blühreife mit der stofflichen Zusammensetzung der Pflanze in Zusammenhang steht und diese von der Ernährung abhängt. Das sogenannte S a c h s s c h e Phänomen wird jetzt ziemlich gut begreifbar. Meine Angaben könnten gut in Einklang mit den Erfahrungen von S a c h s 1892, G o e b e l 1902, 1903, 1908, W i n k l e r 1905 usw. gebracht werden, wenn die Adventivpflanzen mit der Mutterspreite in Verbindung geblieben wären, denn dann wären sie ja unter dem Einfluß ihrer stofflichen Zusammensetzung gestanden. Sie werden aber nach einer bestimmten Zeit von der Mutterspreite, an der sie adventiv entstanden sind, abgetrennt und isoliert kultiviert, so daß sich während ihres starken nachherigen Wachstums wohl autonom ihre chemische Zusammensetzung ausgestalten könnte. Man könnte glauben, daß das Verhältnis der in der Adventivpflanze zur Zeit ihrer Isolierung vorhandenen Assimilate und mineralischen Nährstoffe, das wohl unter dem Einfluß der chemischen Zusammensetzung der Mutterspreite gestanden hat, während der weiteren Entwicklung der Adventivpflanze gründlich verändert werden konnte, da ja dann dieselbe an Gewicht und Volum viel zugenommen hatte und ebenso selbständig assimilierte, wie eine Keimpflanze. Wenn das nicht der Fall ist, so könnte hier ein Beispiel vorliegen für die K l e b s s c h e Annahme, daß die Mutterspreite die inneren Bedingungen des Adventivprozesses derart gestaltete, daß sich ihr Einfluß in dem weiteren Schicksal der isolierten Adventivpflanz n äußern konnte. M o n t e m a r t i n i (1910) drückt analoge Fälle so aus, daß die anfängliche Ernährungsart der Pflanze ihrem Protoplasma spezifische Eigenschaften einprägt, welche ihre Empfindlichkeit

äußeren Bedingungen gegenüber während des weiteren Lebens bestimmen. In dieser Weise wären also auch unsere Erfahrungen gut begreifbar. Entsteht an einer Spreite, welche noch nicht blühreif ist, ein Adventivsproß, der mit der Spreite längere Zeit in Verbindung bleibt, so werden seinem Protoplasma seitens der Mutterspreite Eigenschaften eingeprägt, welche sich auch in dem isolierten Adventivsproß dauernd erhalten, so daß er früher zur Blüte gelangt als unter gleichen Bedingungen kultivierte und gleich alte Keimpflanzen.

Versuche, welche D o s t á l (1911) eben veröffentlicht hat, beweisen allerdings, daß durch äußere Bedingungen derartige Induktionen zuweilen leicht unterdrückt werden können. Er hat gezeigt, daß isolierte Blattpaare von *Circaea*, soweit sie mit ihren Laubspreiten versehen sind, entweder Ausläufer oder Blütensprosse oder Übergänge zwischen diesen beiden Gestaltungen produzieren, je nachdem sie aus der Basis oder der Spitze oder der Mitte der Mutterpflanze stammen. Alle Knospen aber, denen die Stützblätter amputiert wurden, wachsen ohne Rücksicht auf den Ort, an welchem sie an der Mutterpflanze standen, zu rein vegetativen Laubsprossen aus. Wenn also hier den Achselknospen seitens der Stützblätter bestimmte Eigenschaften induziert werden, so können dieselben leicht verändert werden, wenn z. B. das Stützblatt abgeschnitten wird und die Knospen nun selbständig zu assimilieren haben. Auch genügt es schon die Stützblätter zu verdunkeln.

Dies schien mir möglich zu machen, daß auch bei *Streptocarpus Wendlandii* die Unterschiede zwischen Adventivpflanzen, die an jungen und älteren Spreiten entstanden sind, zu verwischen wären, wenn man dieselben nur genügend früh isolieren würde. In meinen ersten Versuchen wurden die Adventivpflanzen nach sechs oder sieben Monaten abgeschnitten, diese Pflanzen wurden dann recht früh blühreif.

Es wurden daher nachfolgende Versuche angestellt. I. Am 4. 4. 1907 wurden Samen ausgesät, einige aus ihnen erwachsene Pflanzen besitzen am 7. 11. 1908 schon Blütenstandanlagen. Pflanzen, welche noch keine Blütenanlagen besaßen, wurden die Spreiten abgeschnitten, in kleine, nur 1—2 Seitennerven besitzende Stücke zerteilt und in Sand eingesteckt. Diese Spreitenstücke besitzen am 18. 1. 1909 Adventivpflanzen, es wurden die größten, welche 8—14 mm lang sind, von der Mutterspreite isoliert und in gute Gartenerde eingepflanzt.

Zum Vergleich wurden Samen am 25. 6. 1908 ausgesät, am 7. 11. wurden den Keimpflanzen die 2—3 cm langen Spreiten des Basalmeristems abgeschnitten und in Sand gesteckt. Am 2. 1. 1909 besitzen sie 2—5 mm lange Adventivpflanzen, dieselben wurden am 18. 1. von der Mutterspreite abgetrennt und ebenfalls in gute Gartenerde eingepflanzt.

Am 9. 2. 1910 sind beiderlei Adventivpflanzen recht stattlich, ihre Spreite ist 35—41 cm lang und 20—23 cm breit. Beiderlei Adventivpflanzen

besitzen Blütenstandanlagen, die in der Größe keinen durchgreifenden Unterschied aufweisen.

II. Am 23. 2. 1909 wurden denselben isolierten Spreitenstücken und jungen Spreiten wie im eben beschriebenen Versuche weitere Adventivpflanzen, deren Spreiten 1,5—2 cm lang waren, entnommen und isoliert weiter kultiviert. Am 9. 2. 1910 sind die Pflanzen stattlich und zeigen nachfolgende Verhältnisse.

*A. An Stücken alter Spreiten entstanden:*

1. Keine	Blütenstandanlage, Größe der Spreite	30 × 24 cm
2. Kleine	„ „ „ „	44 × 29 cm
3. Keine	„ „ „ „	45 × 28 cm
4. Kleine	„ „ „ „	47 × 26 cm

*B. An jungen Spreiten entstanden:*

1. Keine	Blütenstandanlage, Größe der Spreite	30 × 25 cm
2. Kleine	„ „ „ „	31 × 23 cm
3. Keine	„ „ „ „	35 × 25 cm
4. Sehr kleine	„ „ „ „	44 × 25 cm

Wie aus diesem letzteren (II.) Versuche zu ersehen ist, machen sich in der Größe sowie in der Blühreife keine durchgreifenden Unterschiede geltend zwischen Adventivpflanzen, welche an Stücken alter Spreiten und andererseits an abgeschnittenen jungen Spreiten entstanden sind und nach drei Monaten isoliert wurden. Dasselbe gilt für Adventivpflanzen des I. Versuches, wo die Adventivpflänzchen zwei Monate nach dem Abschneiden der regenerierenden Spreite isoliert wurden. In den Versuchen, welche ich in meiner vorigen Arbeit (1911) beschrieben habe, kam ein Adventivproß nach einem drei Monate langen selbständigen Leben zum Blühen, nachdem er vorher etwa sechs Monate mit der regenerierenden Spreite in Verbindung gewachsen hatte. In einem anderen Versuche verblieb ein Adventivproß sieben Monate in Verbindung mit der Mutterspreite, er kam dann zur Blüte nach einem sechsmonatlichen selbständigen Leben. In den soeben beschriebenen Versuchen verblieben jedoch die Adventivprosse nicht ganz zwei resp. drei Monate in Verbindung mit der regenerierenden Spreite, sie lebten dann 13, resp. 12 Monate selbständig, ehe sie blühreif wurden. Während dieses selbständigen Lebens wurden jedwede eventuellen Unterschiede zwischen den an Stücken alter Spreiten und den an jungen Spreiten entstandenen Adventivprossen in Bezug auf die Blühreife verwischt.

Ich glaube, wir haben hier ein völliges Analogon zu den Dostál'schen Versuchen, wo sich alle Achselknospen gleichartig entwickelten, sobald sie dem Einfluß des Stützblattes entzogen wurden. Auch in unseren Versuchen wird kein Unterschied zwischen Adventivprossen bemerkbar,

die an jungen, oder andererseits an alten Spreiten entstanden sind, wenn sie dem Einfluß der regenerierenden Spreite entzogen wurden.

Ich muß mich hier noch rechtfertigen, warum ich nicht ganze alte Spreiten regenerieren ließ, sondern dieselben in Stücke zerschnitt, welche in ihrer Größe ungefähr der Größe der jungen regenerierenden Spreiten entsprachen. Dies wurde darum getan, weil es große Unterschiede bedingen kann, wenn die regenerierende Spreite groß oder klein ist, wie des weiteren noch näher dargelegt werden soll. Wenn es sich darum handelt, ob vielleicht die „Plasmastruktur“ oder die spezifische chemische Zusammensetzung der regenerierenden Spreite den Adventivsprossen irgend welche spezifische Eigenschaften induziert, so empfiehlt es sich andere Unterschiede, z. B. in der Größe der assimilierenden Fläche zu eliminieren. Das wurde in meinen Versuchen dadurch erreicht, daß große Spreiten in kleinere Stücke zerschnitten wurden. Der Ausgang des Versuches beweist, daß eventuelle spezifische Einflüsse der regenerierenden Teile verwischt werden, wenn das Regenerat rechtzeitig isoliert wird, so daß es dann selbständig weiter leben kann.

\* \* \*

In den bisher von mir beschriebenen Versuchen mit *Streptocarpus Wendlandii* traten die Adventivsprosse zunächst als vegetative Pflanzen auf. Sie bestanden aus einem bewurzelten Mesokotyl und einer Spreite, welche zunächst ansehnliche Dimensionen erreichte, ehe die Pflanze zum Blühen reif wurde. Es gelingt jedoch die regenerierenden Spreiten auch zur Entwicklung von Adventivsprossen zu zwingen, welche überhaupt keine Laubspreite entwickeln, sondern nur hochblattartige, schuppenförmige Blätter tragen und sofort zum Blühen übergehen. Da von Adventivsprossen mit normaler Laubspreite bis zu diesen adventiven, rein reproduktiven Blütenstandsprossen alle Übergänge aufgefunden wurden, so haben die letzteren mitmaßlich auch eine morphologische Bedeutung, da sie die strittige morphologische Deutung der einblättrigen *Streptocarpus*-Arten aufklären könnten.

Zum ersten Versuche, der hier eingehender besprochen werden soll, wurden Pflanzen verwendet, welche am 4. 4. 1907 ausgesät wurden. Einige von ihnen besitzen am 7. 11. 1908 Blütenanlagen. Zum Versuche wurden jedoch Pflanzen genommen, welche solcher entbehrten. Durch zwei dicht neben der Hauptrippe geführte Schnitte wurden die beiden Spreitenflügel abgetrennt, jeder Flügel wurde dann durch zwischen den Seitenrippen erster Ordnung geführte Schnitte in mehrere Stücke geteilt und zwar:

*Erster Flügel:*

- |                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| 1. Basaler            | Teil mit 8 Seitenrippen.             |
| 2. Mittlerer          | „ enthaltend die 9.—12. Seitenrippe. |
| 3. Weiterer mittlerer | „ „ „ 13.—15. „                      |
| 4. Apikaler           | „ „ „ 16.—20. „                      |

Diese Spreitenstücke wurden mit der zur Hauptrippe parallelen Schnittfläche etwa 1 cm tief in feuchten Sand gesteckt und weiter kultiviert

*Zweiter Flügel:*

5. Basaler (jüngster) Teil mit 8 Seitenrippen. Er wurde durch einen zur Hauptrippe parallelen Schnitt in zwei Längshälften geteilt, einen Randteil (5 r) und einen inneren Teil (5 i).
6. Mittlerer Teil mit älteren 4 Seitenrippen.
7. Weiterer mittlerer Teil mit 2 Seitenrippen.
- 8—10. Apikale Teile mit je einer Seitenrippe.

Stücke 6—10 wurden ähnlich wie Nr. 5 in zwei Hälften zerschnitten und mit der der Mittelrippe zugekehrten Schnittfläche in feuchten Sand gesteckt. Fig. 1. stellt ein Schema der ursprünglichen Lage der Spreitenstücke vor.

Am 2. 1. 1909 sind alle Spreitenstücke bewurzelt, aber sie besitzen noch keine Knospen. Am 18. 1. wurden die Stücke eingehend untersucht und sodann wieder in den Sand eingepflanzt.

1. Bewurzelt auf der 3. und 8. Rippe, Adventivproß an der 1. und 8. Rippe.
2. Alle Rippen an ihrer Basis bewurzelt. Keine Adventivprosse.
3. Wie Nr. 2.

4. Bewurzelt am stärksten an der basiskopen Rippe, die übrigen abnehmend schwächer, die apikale Rippe überhaupt nicht. An der Basis der basiskopen Rippe ein Adventivproß.

5 i. Ohne Wurzeln und Adventivprosse.

5 r. Bewurzelt an der 2., 4., 6., 8. Rippe, Adventivprosse an der 4. und 6. Rippe.

6 i. Die basisk. Rippe bewurzelt, kein Adventivproß.

6 r. Wie 6 i.

7 i. Beide Rippen bewurzelt, kein Adventivproß.

7 r. Basisk. Rippe bewurzelt, an ihr 4 Adventivprosse.

8 i. Bewurzelt, mit 1 Adventivproß.

9 i, 10 i. Bewurzelt, ohne Adventivprosse.

8 r, 9 r, 10 r. Alle bewurzelt, alle tragen 1—4 Adventivprosse.

Der Charakter der Adventivprosse ließ sich bei den meisten als vegetativer feststellen. Die definitive Entscheidung konnte am 13. 2. 1909 getroffen werden. Hier die Befunde.

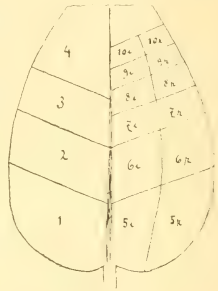


Fig. 1.



1. An der 3. und 6. Rippe kleine Adventivsprosse mit Blütenknospen:
2. An der Basis der 10.—12. Rippe Sprosse mit Blütenknospen.
3. An der 13. und 14. vegetative Adventivsprosse ohne Blütenanlagen.
4. An der Basis der 16. und 17. Rippe je ein vegetativer Adventivproß.
- 5 *i*. Bewurzelt, aber ohne Adventivsprosse.
- 5 *r*. An der 4. und 6. Rippe Adventivsprosse. An der 4. Rippe trägt er eine terminale Blütenknospe und unter ihr ein schuppenförmiges Blatt. An der 6. Rippe 2 Sprosse, welche je eine Spreite und eine kleine Blütenknospe tragen.
- 6 *i*. Bewurzelt, ohne Adventivsprosse.
- 6 *r*. Wie 6 *i*.
- 7 *i*. Wie 6 *i*.
- 7 *r*. An der basiskopen Rippe vegetative Adventivsprosse.
- 8 *i*, 9 *i*. Bewurzelt, mit je einem vegetativen Adventivproß.
- 10 *i*. Bewurzelt, ohne Adventivsprosse.
- 8 *r*—10 *r*. Bewurzelt, alle mit rein vegetativen Adventivsprossen.

Die Adventivsprosse saßen alle, wie gewöhnlich, an der Basis der durchschnittenen Seitenrippen. Sie besaßen je eine vegetative Spreite, oder, wo es sich um fertile Sprosse handelte, ein schuppenförmiges Blatt und eine terminale Blütenanlage. Wie man deutlich sieht, produzieren die basalen Spreitenteile blühende, fertile Adventivsprosse, die apikalen jedoch vegetative Sprosse. Das gilt für die linke Spreitenhälfte. Die Rechte, welche noch durch einen senkrecht zu den Seitenrippen erster Ordnung geführten Schnitt geteilt wurde (Nr. 5 *i*—10), produzierte meist vegetative Sprosse. Ich kann das nicht anders erklären, als daß dies die Folge der Verkleinerung der Assimilationsfläche ist.

Wenn z. B. das basale Stück 1 und 2 bloß fertile Sprosse, 5 *i* und 6 jedoch auch gemischte Sprosse produzieren, so kann Schuld daran entweder der Wundreiz oder die Verkleinerung der Assimilationsfläche sein. Verdunkelungsversuche haben zu Gunsten der letzten Eventualität entschieden.

Der zweite Versuch ergab analoge Ergebnisse. Zu demselben wurde eine am 29. 3. 1909 gesäete Pflanze benützt, die Operation wurde am 18. 1. 1910 ausgeführt. Die Spreite war etwa 25 *cm* lang (an der Mittelrippe gemessen). Der apikale 13 *cm* lange Teil der Spreite wurde abgeschnitten und nicht benützt. Die beiden Blattflügel wurden durch je einen der Blattrippe dicht entlang geführten Schnitt abgetrennt und durch zwei zu den Seitenrippen annähernd parallel geführte Schnitte in drei Partien getrennt, die im Vermehrungsraume etwa 1 *cm* tief in den Sand gesteckt wurden. Im Februar erschienen die ersten Adventivknospen, anfangs Juni blühten schon einige von ihnen. Da wurden die Blattstücke aus dem Sande gehoben und untersucht.

Das basale Blattstück der einen Seite trug drei Adventivsprosse (Fig. 2 A), welche je ein schuppenförmiges Blatt und eine terminale Blütenknospe besaßen. Bei einem Sproß saß in der Achsel des erwähnten Blattes eine Blütenknospe.

Das mittlere Spreitenstück trug sieben Adventivsprosse, von denen die vier der ursprünglichen Blattbasis zugekehrten Blüten Knospen und große vegetative Spreiten (Fig. 2 B) trugen, die drei apikalen rein vegetativ,



Fig. 2 A.

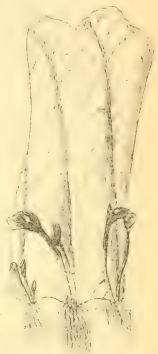


Fig. 2 B.

ohne Spur von einer Blütenknospe waren. Die ersten Adventivsprosse bilden also von den rein reproduktiven zu den letzteren rein vegetativen einen Übergang.

Diese Übergangssprosse tragen zunächst ein nach Art des größeren Keimblattes laubartig sich vergrößerndes Blatt, ein wenig höher auf der gegenüberliegenden Seite ein zweites, entweder schuppenförmiges oder ebenfalls laubartiges Blatt. In der Achsel des größeren Blattes steht eine Blütenknospe, deren Stiel zwei opponierte kleine Brakteen trägt. Zuweilen sitzen oberhalb der Brakteen zwei Blütenknospen in medianer Orientierung, wobei die dem Stützblatt zugekehrte kleiner ist. Möglicherweise stellt dieselbe eine zweite seriale Blütenknospe vor, welche mit der ersten aus der Achsel emporgehoben wurde.

Das oberste Blattstück hatte 12 verschieden große einblättrige Adventivsprosse entwickelt, welche meist rein vegetativ waren (Fig. 2 C<sub>1</sub>). Eins besaß eine terminale Blütenknospe und ein schuppenförmiges Blatt, eine andere (Fig. 2 C<sub>2</sub>) eine Laubspreite mit einer Blütenknospe. Ähnlich gestalteten sich die Verhältnisse auf der zweite Hälfte der ursprünglichen, zum Versuch verwendeten Blattspreite. Das unterste Stück trug blühende Adventivsprosse mit schuppenförmigen Blättern, ebenso das mittlere Stück. Das oberste Blattstück trug rein vegetative Adventivsprosse.

Das unterste Blattstück des zweiten Spreitenflügels (Fig. 2 D, gezeichnet anfangs Mai) trug im ganzen vier Adventivsprosse. Das größte war 12 cm lang und trug eine terminale Blütenknospe; 6, 7 cm oberhalb

Fig. 2 C<sub>1</sub>.

seiner Basis trug es ein schuppenförmige Blatt, in dessen Achsel ein Achselsproß mit einer Terminalblüte saß. Dieser Achselsproß trug ein transversal gestelltes

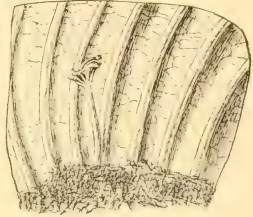
Fig. 2 C<sub>2</sub>.

Fig. 2 D.

Vorblatt. 1,5 cm unter der Blüte trug der Hauptsproß zwei opponierte schuppenförmige Blätter, von denen eines genau oberhalb des ersten Blattes stand.

Der zweite, 8 cm lange Sproß trug eine Terminalblüte, 6 cm oberhalb der Basis ein schuppenförmiges Hochblatt, 0,8 cm höher ein anderes, von dem unteren fast um 180° divergierendes.

Das mittlere Stück dieser Seite besaß sieben Adventivsprosse (Fig. E), von denen alle Blütenknospen oder Blüten trugen. Die Länge des mächtigsten Sprosses betrug 10,5 cm, er trug eine endständige Blüte, 4 cm von der Basis entfernt ein kleines Laub-



Fig. 2 E.

blatt, in dessen Achsel eine Blütenknospe saß. Etwa 3,5 cm höher trug er ein kleineres, auf der gegenüberliegenden Seite gestelltes schuppenförmiges Blatt, in dessen Achsel eine winzig kleine Blütenknospe zu bemerken war. Der zweitgrößte Sproß trug an seinem Ende eine Blüte, und etwa in seiner Mitte ein schuppenförmiges Blatt. Der weitere Sproß trug zwei um 180° divergierende, durch ein 2 cm langes Internodium getrennte Blätter und eine terminale Blüte. Ein weiterer, etwa 3 cm langer Sproß trug drei schuppenförmige Blätter, in der Achsel des ersten und zweiten saß eine Blütenknospe, das dritte schuppenförmige Blatt saß dicht unter der terminalen Blütenknospe. Diese



Fig. 2 F

Blätter waren nicht in zwei, sondern in drei Reihen angeordnet. Ein vierter, etwa ebenso großer Adventivsproß trug vier Blätter, das unterste, von der Basis etwa 1,5 cm entfernt, besaß eine deutliche Spreite und in seiner Achsel saß eine kleine Knospe. Es folgten noch 3 ganz kleine Blätter, das vierte stand dicht unter der Terminalblüte an der Orthostiche oberhalb des untersten Blattes. Die Blätter waren also etwa nach  $\frac{1}{3}$  angeordnet.

Kehren wir noch zu dem Achselsproß zurück, den der erste Adventivsproß trägt, zurück. Bei näherer Betrachtung sieht man, daß er 3 mm unter der Terminalblüte zwei schuppenförmige, gleich hoch und transversal gestellte Blätter trägt.

Außerdem sitzt in der Achsel des Stützblattes dieses Sprosses noch eine kleine seriale Beiknospe basalwärts von dem ersten Sproß, die merkwürdigerweise ein adossiertes Blatt trägt, eine größere, scheinbar terminal gestellte Blütenknospe und eine viel kleinere, gegenüber dem adossierten Blatt befindliche.

Die zwei übrigen Adventivsprosse sind recht klein, sie tragen eine terminale Blütenknospe und je ein schuppenförmiges Blatt an der Achse selbst.

Das dritte Blattstück besaß zehn rein vegetative Adventivsprosse mit bis 1,5 cm langer Spreite (Fig. 2 F).

Dieser Versuch zeigt sehr instruktiv, daß die Beschaffenheit der Regenerate je nach der Entfernung von der Basis der regenerierenden Spreite eine verschiedene ist. Die basalen Teile der Spreite regenerieren ziemlich schwach, aber sie bilden nur fertile Regenerate aus. Die mittleren Teile regenerieren stärker, sie bilden entweder rein fertile Regenerate oder Übergangsprosse aus, die sehr früh Blütenanlagen bilden, daneben aber

auch ein laubartiges Blatt besitzen. Die apikalen Teile bilden nur vegetative Adventivsprosse aus, welche offenbar bedeutend später zur Blüte gelangen würden. Die einzelnen Zonen sind natürlich nicht scharf voneinander abgegrenzt, wie das übrigens auch aus dem Vorhandensein von Übergangssprossen hervorgeht. Die Unterschiede in der Beschaffenheit der Regenerate wurden nicht vielleicht durch Unterschiede in der Größe der Spreitenstücke bedingt. Denn es war z. B. das fertile Adventivsprosse reproduzierende Stück *E*



Fig. 3.

nicht größer als das vegetativ regenerierende Stück *F*. Außerdem kann sich an jedem Spreitenstück mehr oder weniger seine eigene Polarität äußern.

Das wird aber noch durch Versuche bestätigt, wo ganze Spreitenhälften abgeschnitten und eingepflanzt wurden. So wurde einer am 4. 4. 1907 ausgesäeten Pflanze am 9. 11. 1908 eine Spreitenhälfte durch einen neben der Hauptrippe geführten Schnitt abgeschnitten und eingepflanzt. Die zweite Spreitenhälfte wurde intakt gelassen. Am 8. 12. ist die Spreitenhälfte bewurzelt, der zweite Teil der Pflanze besitzt gegenüber der Basis der intakten Spreitenhälfte eine kurze Spreite, die seit der Operation durch die Tätigkeit des Basalmeristems gebildet wurde. Am 2. 1. 1909 besitzt diese Pflanze schon eine Blütenstandanlage. Die isolierte Spreite zeigt noch keine Regenerate, die Wurzeln wurden hauptsächlich in der basalen Hälfte gebildet. Am 13. 2. 1909 besitzt sie an der 9. Seitenrippe (von der Basis gerechnet) einen 2 cm hohen Adventivsproß mit einem Hochblatt und einer terminalen Blütenknospe (Fig. 3), an der Basis der

10. Rippe einen Übergangsproß, der eine Spreite und terminale Blütenknospe besitzt, an der 11., 12. und 13. Rippe verschieden große rein vegetative Sprosse. Ganz ähnlich verhielten sich andere Spreitenhälften, von denen z. B. eine in Fig. 4 dargestellt ist. Immer war deutlich zu sehen, daß die Wurzeln vorwiegend in der basalen Hälfte der Schnittfläche erschienen, weiter daß die Adventivsprosse nur etwa am zweiten Viertel (von der Basis, d. h. dem jüngsten Teil der Spreite gerechnet) der



Fig. 4.

Spreitenhälfte angelegt wurden. Jene, welche näher zur Basis standen, waren rein reproduktiv, es folgten dann Übergangssprosse, schließlich kamen rein vegetative Sprosse.

Die bisherigen Versuche haben dargetan, daß die Qualität des Regenerates von dem Alter der regenerierenden Spreite, von dem Orte, an dem die Regeneration vor sich geht und auch von der Größe des zur Regeneration verwendeten Spreitenstückes abhängig ist. Um in die bestimmenden Bedingungen nähere Einsicht zu bekommen, wurden Versuche angestellt, wo auch der Einfluß der Beleuchtung zur Geltung kam.

Ich habe gesehen, daß man Spreitenstücke, die sonst fertile Regenerate produziert hätten, zur Bildung von vegetativen Sprossen zwingen kann, wenn man dieselben genügend klein schneidet. Auch wurde schon hervorgehoben, daß diese Erscheinung entweder durch Verkleinerung der Assimilationsfläche oder mit dem Wundreize zusammenhängen könnte. Daß das erstere zutrifft, beweisen folgende Versuche.

Einer Pflanze, die am 15. 1. 1909 ausgesät wurde, wurden am 25. 7. 1910 die Spreitenflügel abgeschnitten und mit der Schnittfläche in feuchten Sand eingepflanzt. Ein Flügel wurde frei gelassen, der andere wurde an der oberen Fläche mit Stanniol bedeckt. Es konnte nur die untere Fläche

assimilieren und transpirieren. Am 2. 12. 1909 besitzt die frei beleuchtete Spreitenhälfte einige fertile und einige vegetative Adventivsprosse in der schon erwähnten Verteilung. Die an der Assimilationsfläche mit Stanniol bedeckte Spreitenhälfte besaß nur rein vegetative Adventivsprosse.

Ein analoger Versuch wurde im Herbst 1911 ausgeführt. Die Spreite einer noch nicht blühendem aber blühreifen Pflanze (am 4. 2. 1910 ausgesät) wurde in mehrere Stücke zerschnitten, von denen die Hälfte mit Stanniol bedeckt wurde. Anfangs November besitzen alle Spreitenstücke Adventivsprosse, alle sind aber vegetativ. Ich glaube, die herbstliche schwache Beleuchtung ist schuld daran, daß sich kein Unterschied zeigte. Beiderlei Spreitenstücke assimilierten eben zu schwach.

Die Spreite des Laubblattes von *Streptocarpus Wendlandii* verlängert sich bis zur Anlage des Blütenstandes, wo sie dann ihre weitere Streckung einstellt. Sie besitzt bis zu diesem Stadium an ihrer Basis ein interkalares Meristem, dessen Tätigkeit das so lang währende Wachstum der Blattspreite ermöglicht. Für die uns interessierenden Fragen nach der Qualität der Regenerate wäre es wissenswert, wie sich eine nahezu blühreife aber dennoch noch ein Wachstum der Spreite aufweisende Pflanze verhalten würde, wenn man ihr die Spreite abschneiden möchte, ohne das Basalmeristem zu beschädigen. Zu diesem Zwecke wurde der folgende Versuch ausgeführt.

Einer am 4. 4. 1907 ausgesäten Pflanze wurde am 9. 11. 1908, wo sie eine 34 cm lange und 25 cm breite Spreite besaß, die Spreite durch

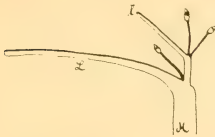


Fig. 5.

einen 0,8 cm oberhalb des Basalmeristems geführten Schnitt abgetrennt und eingepflanzt. Sie ist am 2. 1. 1909 gut bewurzelt, am 18. 1. sind schon an der Schnittfläche, wo die Seitenrippen durchschnitten wurden, Adventivsprosse zu sehen. Am 13. 2. 1909 besitzt die Spreite auch an der Basis der Mittelrippe Adventivsprosse. Alle sind reproduktiv, ohne Laubspreite. Auch der basale, mit dem Basalmeristem versehene

Teil der Pflanze wurde weiter verfolgt. Es sind schon am 8. 12. 1908 zwei etwa 2 cm lange Flügel der neu heranwachsenden Spreite zu sehen, am 2. 1. 1909 ist an der üblichen Stelle eine winzige Blütenstandanlage zu beobachten. Am 18. 1. ist die nach der Operation zugewachsene Spreite 3—5 cm lang und 9 cm breit. Am 13. 2. 1909 ist der Charakter der Blütenstandanlage deutlich zu sehen. Es ist ein Sproß, dessen 1 cm lange Achse eine Laubspreite trägt, an deren Basis zwei median in einer Reihe auf etwa 1 cm langem Stiel sitzende Blütenknospen stehen. An der Basis dieses Sprosses ist in der Achsel der Mutterspreite noch eine Blütenanlage zu sehen (Fig. 5). Diese ganze Blütenstandanlage wurde nun abgeschnitten und am 13. 3. besitzt die Pflanze ringsherum um die so

entstandene Narbe 11 rein reproduktive Blütenstände (mit bis 3 Blütenanlagen), die 5—15 cm hoch sind (Fig. 6).

Dieser Versuch ist recht belehrend. Der Pflanze wurde die Assimilationsfläche abgeschnitten, sie bildete allmählich eine neue, allerdings ziemlich kleine Spreitenfläche aus. Der erste Blüten sproß, welcher zu einer Zeit angelegt wird, wo die Spreite noch recht klein ist, ist ein Übergangssproß, d. h. er besitzt eine Laubspreite und außerdem auch Blütenanlagen. Nachdem dieser Sproß abgeschnitten wurde, bilden sich lauter rein reproduktive Adventivsprosse. Diese entstehen zur Zeit, wo die Spreite der Mutterpflanze schon ziemlich lange assimiliert hatte und auch ihre definitive Größe (3,5 cm × 13 cm) erreicht hatte. Es wird somit auch hier bestätigt, daß die Qualität der Regenerate mit der Größe der Spreite, resp. mit der Assimilation zusammenhängt.

Zum Schluß seien zur Ergänzung meiner früher beschriebenen Versuche noch einige Angaben angeführt. Durch bestimmte von vorne geführte Einschnitte ist es mir gelungen, Pflanzen von *Streptocarpus Wendlandii* in zwei hinter einander liegende zu teilen (Němec 1911). Bei Pflanzen, welche am 4. 4. 1907 ausgesät und am 4. 11. 1907 verwundet wurden, waren am 8. 12. 1908 an beiden Teilen Blütenstandanlagen zu bemerken. Bei der in Fig. 22 (Němec 1911) abgebildeten Pflanze trug die Basis des unteren Teiles eine 4 cm., diejenige des oberen Teiles eine 0,5 cm hohe Blütenstandanlage.

Pflanzen vom 4. 4. 1907, welche am 4. 11. 1907 durch einen seichten medianen Einschnitt verwundet wurden, besaßen am 8. 12. 1908 Blütenstände und Blütenstandanlagen. Ihre normal seriale Anordnung zeigt verschiedene Abnormitäten.

Gleich alte Pflanzen, denen am 19. 7. 1907 3—4 mm oberhalb des Basalmeristems die Spreite abgeschnitten wurde, worauf sie normal weiter wachsen gelassen wurden (am 17. 9. besitzen sie 4—6 cm lange und 3—4 cm breite Spreiten), besitzen am 9. 11. 1908 23—31 cm lange und 20—25 cm breite Spreiten, deren Basis deutliche Blütenstandanlagen aufweist. Bei einer Pflanze wurde offenbar das Mesokotyl verwundet, es haben sich an demselben fünf Adventivsprosse entwickelt, deren einer eine 30 cm lange und 18 cm breite Spreite besitzt, welche eine Blütenstandanlage trägt.

Bei normalen, intakten Pflanzen vom 4. 4. 1907 wurden die ersten Blütenstandanlagen am 6. 11. 1908 gesehen. Somit können dieselben etwa zur selben Zeit zum Blühen kommen, wie solche, denen der größte Teil der Spreite in relativ früher Jugend abgeschnitten wurde. Das gilt auch für jene, welche durch Einschnitte verwundet wurden. Aber auch Adventivsprosse, an solchen Pflanzen entstanden und mit ihnen in Verbindung gelassen, blühen etwa zur selben Zeit, wie intakte direkt aus Samen erzeugene Pflanzen.



### Besprechung der Resultate.

Unsere Versuche mit *Streptocarpus Wendlandii*, welche die Qualität der Regenerate betreffen, fallen unter den Rahmen des sog. S a c h s'schen Phänomens. Sie haben auch mehrere schon bekannte Analogien, deren



Fig. 6.

teilweise schon gedacht wurde. Zunächst jene, daß dasselbe Organ je nach der Zeit, wo es zur Regeneration gezwungen wird, qualitativ verschiedene Regenerate produziert. So z. B. die Blätter von *Begonia*, *Achimenes*. Weiter

ist hier die Erscheinung anzuführen, daß Organe je nach dem Ort, an dem sie an der Mutterpflanze standen, qualitativ verschieden regenerieren, z. B. die Blätter von *Achimenes*, Blätter von *Passiflora coerulea* (Winkler 1905), Achselknospen samt den Stützblättern von *Circaea* (Dostál 1911).

Mit *Streptocarpus Wendlandii* selbst hat hierher gehörige Versuche Goebel (1902, 1903) ausgeführt. Er stellte zunächst (1902) fest, daß nach Entfernung der Infloreszenz Adventivprosse entstehen, welche weiterhin zu Blütenständen sich ausbilden, was wir bestätigen konnten. Weitere Versuche (1903) mit Pflanzen, welche schon eine Infloreszenz besaßen, müssen hier in extenso angeführt werden. Wurde z. B. die Infloreszenz ganz beseitigt und außerdem auch das Laubblatt mit Ausnahme seines untersten Randes, so haben sich drei Adventivprosse gebildet, welche in ihrer Form und Wachstumsweise den Keimpflanzen glichen, nur daß sich an denselben ein weites, dem verkümmerten Kotyledon entsprechendes Blatt nicht mit Sicherheit nachweisen ließ. Es wurden keine weiteren Laubblätter erzeugt, die kurze Sproßachse der Adventivprosse glich ganz dem Hypokotyl (Mesokotyl), an ihrer Basis entstanden Adventivwurzeln. Anderen Pflanzen wurden die jungen Infloreszenzen genommen. Diese Pflanzen entwickelten eine Menge von Adventivprossen, die Basis der Infloreszenzen war dicht mit ihnen bedeckt. Sie gelangen rasch zur Blüte, im Gegensatz zu Pflanzen, denen neben der Infloreszenz auch das Blatt genommen wurde. „Auch an von der Pflanze getrennten Blättern ließ sich, freilich erst nach längerer Zeit, die Bildung von Adventivprossen erzielen; einige der ausgelegten Blätter gingen auch, ohne sich zu bewurzeln, zu Grunde. Wurde aus der Basis des Blattes ein größeres Stück ausgeschnitten, so bildeten sich an den unteren Enden der dickeren Blattnerven Adventivprosse. Die oben mitgeteilten Versuche mit älteren *Streptocarpus*-pflanzen aber zeigen, wie tiefgreifend gegenüber den „caulescenten“ Arten hier die ganze Organisation schon geändert ist. Denn auch die Adventivprosse traten nicht als „caulescentes“ auf, sondern wiederholten nur die Gestaltung der Keimpflanze. Daß, wenn der Assimilationsapparat entfernt ist, zunächst dieser ergänzt wird, erscheint als „zweckmäßig“, dürfte aber darin begründet sein, daß ebenso wie bei der Keimpflanze selbst die ganze Organisation so eingerichtet ist, daß erst beim Vorhandensein bestimmter Baustoffe die Blütenbildung möglich wird. Ist außer der Infloreszenz auch das Laubblatt entfernt, so müssen diese Baustoffe erst durch Assimilation neu gebildet werden; ist das Laubblatt vorhanden, so kann rasch wieder zur Blütenbildung geschritten werden.“ Diese Anschauung, daß es auf die Bildung von bestimmten Baustoffen ankommt, konnte nun durch unsere Versuche bekräftigt und weiter präzisiert werden.

An *Streptocarpus Wendlandii* ließ sich nämlich feststellen, daß die isolierte Blattspreite je nach ihrem Entwicklungsstadium qualitativ verschiedenen Regeneraten Ursprung gibt. Das tritt allerdings rein nur dann hervor, wenn die Adventivprosse eine genügend lange Zeit oder

dauernd mit der regenerierenden Spreite in Verbindung bleiben. Wenn hingegen die Adventivsprosse genügend früh von der regenerierenden Spreite abgetrennt werden, so kann man in allen Stadien vegetative Sprosse bekommen. Das läßt sich auch erzielen, wenn man die assimilierende Fläche der regenerierenden Spreite genügend klein macht oder die Assimilation genügend abschwächt, z. B. durch eine teilweise Verdunkelung.

Zerschneidet man die blühreife Spreite oder ihre Flügel in einen basalen, mittleren und apikalen Teil, so erscheinen am basalen Teile rein reproduktive, d. h. gleich zum Blühen übergehende Sprosse, am mittleren ebensolche oder Übergangssprosse, d. h. solche, welche eine Laubspreite und gleichzeitig einen Blütenstand entwickeln, am apikalen rein vegetative Sprosse, d. h. solche, welche längere Zeit nur eine Laubspreite nach Art einer Keimpflanze besitzen und erst später, nachdem dieselbe bedeutend zugewachsen ist, einen Blütenstand zur Anlage bringen.

Pflanzen, welchen kurz vor der Blühreife die Spreite abgeschnitten wird, so daß sie noch durch die Tätigkeit des Basalmeristems eine neue, obzwar kleine Spreite bilden können, geben anfangs Übergangssprossen, später rein reproduktiven Sprossen Ursprung.

Die blühreife Laubspreite von *Streptocarpus Wendlandii* verhält sich in Bezug auf die Regeneration wie ein ganzer Pflanzensproß, z. B. jener von *Scrophularia*, *Circaea*, *Sedum telephium* (Dostál 1911) oder *Achimenes* (Goebel 1908). Allerdings ist die Orientation einzelner Zonen umgekehrt. Ihr apikaler Teil regeneriert vegetativ, wie die basalen Blätter von *Achimenes* oder die Blattpaare von *Sedum telephium*. Der mittlere Teil regeneriert auch Übergangssprosse, ähnlich wie die mittleren Blattpaare von *Sedum*. Die basalen Teile bilden rein reproduktive Sprosse, ganz so wie die apikalen Blattpaare von *Sedum*. Doch beobachtet man, daß die jüngsten Spreitenteile, welche dem Basalmeristem am nächsten gelegen sind, schwach regenerieren, analog wie bei *Sedum telephium* die Blütenzahl von einer bestimmten Zone ab gegen den Sproßgipfel zu abnimmt.

Vor der Blühreife entwickeln alle Zonen der Laubspreite von *Streptocarpus Wendlandii* nur rein vegetative Sprosse. Wenn es für die blühreifen Spreiten gilt, daß der Ort, an welchem die Regeneration vor sich geht, Einfluß auf die Qualität des regenerierten Sprosses hat, so gilt dies nicht für alle Bedingungen. Erstens trifft das nicht für die jüngeren Entwicklungsstadien der Spreite zu, zweitens kann man die Qualität der Regenerate durch äußere Bedingungen und zwar zunächst durch die Intensität der Assimilation verändern. Somit gilt hier das, was Goebel (1908 p. 192) gesagt hat, daß es nämlich für die Beschaffenheit der Blattregenerate auf die innere Beschaffenheit des regenerierenden Blattes resp. seiner Teile ankommt, die auf bestimmten Entwicklungsstadien je nach dem Orte eine verschiedene, aber auch für alle Blätter resp. Blatteile, mögen sie einen Ort einnehmen, welchen sie wollen, dieselbe sein kann.

Diese „innere Beschaffenheit“ wird neuerdings meist so determiniert, daß es sich eigentlich um eine bestimmte relative Quantität oder auch bestimmte Qualität der Reservesubstanzen handelt. Goebel meint (1908 p. 190) über einige von ihm untersuchte Pflanzen (*Epilobium angustifolium*, *Phlox paniculata* etc.), daß wir an denselben offenbar eine ungleiche Verteilung des zur Blütenbildung geeigneten Materiales haben. „Es ist im oberen Teil der Pflanze angehäuft, im unteren in viel geringerer Menge resp. gar nicht vorhanden“.

Es scheint, daß die größte Aufgabe den photosynthetisch entstandenen Assimilaten zukommt, denn die Verkleinerung der Assimilationsfläche bewirkt ebenso eine Veränderung der Qualität der Regenerate wie eine Abschwächung der Assimilation selbst. Klebs (1909) glaubt, daß das Verhältnis der Kohlenhydrate zu den mineralischen Nährsalzen ausschlaggebend ist. Für diese Auffassung spricht besonders der Versuch, wo Spreitenstücke an der oberen Fläche mit Stanniol bedeckt wurden, so daß sie nur äußerst schwach assimilieren konnten, wogegen die untere Fläche frei war, so daß die Transpiration viel weniger gehemmt war. Dann erschienen statt der reproduktiven vegetative Adventivsprosse. Offenbar ist die Menge der Assimilate im Verhältnisse zu den mineralischen Nährstoffen bedeutend gesunken.

In der intakten Pflanze strömt wohl der größte Teil der Assimilate zum Basalmeristem, wo sie zum Teil verbraucht werden. Die mineralischen Nährstoffe verbreiten sich wahrscheinlich gleichmäßiger in der Spreite, da sie ja in ihrer ganzen Ausdehnung transpiriert, obzwar auch von denselben jene, die sich in meristematischen und jungen Pflanzenteilen (z. B. das P, S, Mg) anhäufen, in der Spreitenbasis größtenteils verbraucht werden. Wenn nun die Spreite ihr Wachstum einstellt, so werden die basalwärts strömenden Assimilate in der Spreitenbasis stark angehäuft und es wird ihr Verhältnis zu den mineralischen Nährstoffen bedeutend verändert. Daß hier nicht qualitative Unterschiede zwischen blütenbildenden Stoffen und jenen, welche vegetative Sprosse bilden, anzunehmen nötig ist, scheint mir aus dem Vorhandensein von Übergangssprossen wahrscheinlich zu sein. Soweit jedoch die näheren Verhältnisse nicht bekannt sind, genügt es mit Dostál (1911, p. 38) von Material von zur Blütenbildung nötiger Zusammensetzung zu sprechen oder von solchem, dessen Zusammensetzung die Bildung von vegetativen Sprossen bedingt.

Handelt es sich, wie Klebs annimmt, um das Verhältnis  $\frac{\text{Kohlenhydrate}}{\text{miner. Nährstoffe}}$ , so sind alle möglichen Übergänge von der einen extremen zur anderen Zusammensetzung denkbar.

So ist es auch möglich, daß die geringe Regenerationsfähigkeit (ungeachtet der Restitution) der jungen Spreitenteile mit einer extremen Zusammensetzung der Baustoffe zusammenhängt. Sie findet übrigens

eine Analogie in meinen Versuchen (1911) über die Regenerationsfähigkeit junger und älterer Blätter von *Streptocarpus caulescens*.

Unter normalen Bedingungen bildet jedes Individuum von *Streptocarpus Wendlandii* zunächst eine große Laubspreite, an deren Basis schließlich der Blütenstand angelegt wird. So auch bei vegetativen Adventivsprossen. Hingegen werden unter bestimmten Umständen Adventivsprosse gebildet, welche gleich zum Blühen übergehen und statt der üblichen Laubspreite nur ein schuppenförmiges Hochblatt entwickeln. Die beiden an einer blühreifen Pflanze sonst verbundenen Merkmale: Laubspreite — Blütenstand werden hier getrennt. Es liegt hier ein Beispiel für die Trennung von zwei sonst verbundenen Merkmalen vor, wie sie auch von Klebs angedeutet und erzielt wurde. Man könnte diese Erscheinung auch so ausdrücken, daß die Bildung der Laubspreite durch gewisse Faktoren unterdrückt wurde. Dieser Hemmungsfaktor würde hier in einer bestimmten Zusammensetzung des Baumaterials bestehen. Daß die Annahme eines mehr oder weniger starken Hemmungsfaktors begründet ist, folgt aus dem Vorhandensein von verschiedenartig abgestuften Übergangssprossen. Denn dadurch wird auch der verschiedene Grad der Hemmung erwiesen.

Mit Hemmungsfaktoren rechnet auch die Erblichkeitslehre. Und daß die Anwendung dieses Begriffes sehr fruchtbar ist, beweisen u. a. die Arbeiten von Nilsson-Ehle (1909, 1911). Ich bin überzeugt, daß die Erblichkeitslehre manche Belehrung schöpfen können wird aus der Berücksichtigung und Analogisierung der Ergebnisse der experimentellen Morphologie, insbesondere was die Korrelationen betrifft. Da werden morphogenetische Vorgänge gehemmt oder in Spaltungen und neue Kombinationen gebracht durch Faktoren, welche höchst wahrscheinlich auf Ernährungsvorgängen oder auf stofflicher Zusammensetzung der Pflanze resp. ihrer Teile beruhen. Es ist zu erwarten, daß in manchen Fällen solche rein physiologische Faktoren, für welche keine spezifischen materiellen Träger angenommen zu werden brauchen, an die Stelle der hypothetischen Erbinheiten treten werden.

## Literatur.

- Dostál R., 1911, Zur experimentellen Morphogenese bei *Circaea* und einigen anderen Pflanzen. *Flora*, Bd. 103.
- Goebe! K., 1902, Über Regeneration im Pflanzenreich. *Biol. Cttb.* Bd. 22.
- 1903, Weitere Studien über Regeneration. *Flora*, Bd. 92.
- 1908 Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig und Berlin.
- Klebs G., 1909, Über die Nachkommen künstlich veränderter Blüten von *Semprevivum*. *Sitzb. d. Heidelb. Akad. mat.-nat. Kl.*
- Montemartini L., 1910, Sulla nutrizione e riproduzione nelle piante I.—IV. *Atti dell'Ist. bot. della R. Univ. di Pavia*. V. XIV., XV.
- Němec B., 1907, *Vztahy rostlin k vnějšmu světu*. Praha. J. Otto.

- Němec B., 1909, Weitere Untersuchungen über die Regeneration. I. Bull. int. de l'Acad. de Bohême.  
 — 1911, Dasselbe, III., Ibidem.  
 Nilsson-Ehle H., 1909, Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. Lands Univ. årsskrift.  
 — 1911, Über Fälle spontanen Wegfallens eines Hemmungsfaktors beim Hafer. Zeitschr. f. ind. Abst. und Vererbungslehre, Bd. V.  
 Sachs J., 1892, Physiologische Notizen, I., Flora, Bd. 75.  
 Winkler H., 1905, Über regenerative Sproßbildung an den Ranken, Blättern und Internodien von *Passiflora coerulea*. Ber. d. d. bot. Ges. Bd. 23.



LOUIS WIESNER, PRAGUE.









100  
100



SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01298 3730